马来西亚华文独中教科书

科学

初三下册



浙江教育出版社
董教总独中工委会统一课程委员会

马来西亚华文独中教科书

科学

初三下册





浙江教育出版社
董教总独中工委会统一课程委员会

编审人员

主　　编：余自强　郑青岳
编　　者：余自强　冯　凭　郑青岳　宋华强
审 阅 者：黄召仁博士　丘琼润博士　张育存　戴莉芳　郭慧花　蓝志东
　　　　　谢政傢　王亮宇　陈家良
责任编辑：张静雅　王亮宇

鸣　谢

本书承蒙国内外学者和教师协助编写与审阅，部分插图选自国内外一些书籍、杂志和网络，谨此统致谢忱。

董教总独中工委会统一课程委员会　启
2016年3月

编辑说明

活　动

包括观察、演示实验、随堂实验、模拟、调查、资料搜集及分析、探究等实践活动，原则上利用课堂时间进行。

读 图

从图和照片等平面媒体中获取信息，培养读图能力。

想一想

和课程相关之问题探讨，可在课堂上进行讨论，或自行搜集资料以解答。

科学家小故事

了解科学家及其成果，体会他们的科学方法、科学态度和科学精神。

小档案

提供与课程相关的补充知识，让学习更有效，涉猎更为广泛。

1. 本套教材是根据董教总独中工委会统一课程委员会综合科学学科委员会所拟定的《初中综合科学课程标准（2012年）》（以下简称课标）编写。课标拟定时参考了我国教育部颁布的中学新课程纲要以及世界各地中等教育科学课程纲要及标准。

2. 本套教材共六册，供初中一年级至三年级学生使用，每学年两册。每册内容以每周六节，每节四十分钟的授课及活动时数编写。

3. 本套教材的编写贯彻课标确定的课程目标，以学生为学习主体，希望藉由发现问题、观察及实验等科学过程，培养学生主动学习、独立思考、判断与解决问题等能力。

4. 本套教材内容简明扼要，用语简练、生活化，以真实的彩色照片、正确的示意图、“活动”、“读图”、“想一想”、“科学家小故事”及“小档案”等栏目提供学生丰富的学习信息，提升学生学习科学的兴趣，让学生将科学与生活作关联。

5. 教材的完善非一蹴可成，教材的发展更有赖于使用者给予指导及建议。本教材如果有错误、疏漏或欠妥之处，敬请各校师生及读者提供意见，以供未来修订时参考。

董教总独中工委会统一课程委员会
初中综合科学编审小组
2016 年 3 月

前 言

在日常生活和生产中，大家一定会对自然界的许多事物和现象感到好奇。例如，为什么太阳、月亮和星星每天都会东升西落；人是哪里来的，又是怎样从婴儿长大成人的；等等。其实，类似的问题也会使古代的人好奇，他们也一直尝试对此作出解释。正是在试图回答这些问题的过程中，科学慢慢地发展起来了。

现在，科学技术的发展已经极大地改变了世界，它使我们的生产和生活发生着日新月异的变化。初中阶段的科学课，对大家来说非常重要，一个人如果不懂科学，他将难以适应现代社会和日常生活，何况我们中的一些同学还希望能为科学技术的发展做出自己的贡献。

在科学课中，我们将学习科学的基础知识和科学活动的基本技能，了解科学探究的过程和方法，学习如何进行科学思维，养成科学的精神和态度。更重要的是，要对人与自然的关系形成正确的认识。

从根本上说，科学就是帮助人类妥善处理人与自然的关系的。在古代，人类既要利用自然，又害怕自然灾害的发生，因此对自然既喜爱又畏惧。有了科学知识以后，人类创造了许多利用、改造自然的技术。结果在经济发展的同时，造成了生态破坏和环境污染，进而危及人类自身。现在，人类吸取了教训，懂得在认识和利用自然时，还要保护自然。只有这样，人类社会才能实现可持续发展。

对自然界，中华传统文化主张“制天命而用之”，就是要认识自然规律，以便更好地利用和保护自然。具体来说，在认识自然时，要求“赞天地之化育”，就是要用赞美、尊重的态度去对待自然；在利用自然时，要求“与天地参”，认为自然与人类是平等的，要注意保持它与人类的和谐；人与自然关系发展的终极目标是“天人合一”，即人类与自然合为一体、共同发展。这是多么可贵的科学思想啊！因此，我们在学习现代科学知识、技能和方法的同时，还要继承中华传统文化，让它进一步发扬光大。

现在，你们知道学习科学课的意义了吧！希望大家认真学习、勇于实践，努力学好科学课，准备迎接美好的未来！

余自强　郑青岳

目　录

第一单元　生命的多样性和统一性

第 1 章　物种的多样性 …… 1

1.1　生物的分类与物种的命名 …… 3

1.2　二叉式检索表的制作和应用 …… 6

1.3　生物的分类系统 …… 10

第 2 章　生命的统一性 …… 17

2.1　遗传现象和染色体 …… 19

2.2　遗传性状的决定 …… 23

2.3　变异 …… 27

第 3 章　生物的演化 …… 35

3.1　地球上生命的起源 …… 37

3.2　生物演化的证据 …… 38

3.3　生物演化的原因 …… 42

第二单元　人类认识的宇宙

第 4 章　星和星系 …… 47

4.1　星 …… 49

4.2　恒星的演化 …… 53

4.3　星系 …… 57

CONTENTS

第 5 章　宇宙探秘 ………………… 62

5.1　宇宙在膨胀 ………………… 64

5.2　人类对天文学研究的发展历程 ……… 66

5.3　太空探索 ………………… 69

5.4　飞向宇宙 ………………… 72

第三单元　科学技术使人类社会更美好

第 6 章　简单机械的应用 ………………… 77

6.1　杠　杆 ………………… 79

6.2　杠杆的平衡 ………………… 81

6.3　滑轮和滑轮组 ………………… 84

6.4　其他简单机械 ………………… 88

6.5　机械利益 ………………… 91

第 7 章　电的应用 ………………… 97

7.1　串联电路的特点 ………………… 99

7.2　并联电路的特点 ………………… 104

7.3　电能的利用 ………………… 108

7.4　变压器和电能的传输 ………………… 115

第 8 章　波和信息 …… 123
8.1　波 …… 125
8.2　超声波和次声波 …… 129
8.3　电磁波 …… 133
8.4　信息与通信 …… 136

第四章　人与自然的可持续发展

第 9 章　地球资源的可持续利用 …… 143
9.1　人类对物质的利用 …… 145
9.2　地球上的各种资源 …… 149
9.3　水资源 …… 152
9.4　饮用水的净化 …… 155
9.5　污水及其处理 …… 158
9.6　生物资源 …… 161
第 10 章　能源的可持续利用 …… 168
10.1　能源 …… 170
10.2　不可更新能源 …… 173
10.3　可更新能源 …… 176
10. 4　节约能源 …… 180

第 11 章　环境的可持续发展 …………… 188
11.1　所有生物的家园——生物圈 ……… 190
11.2　生物与环境的关系 …………… 192
11.3　种群和群落 ……………… 198
11.4　生态系统的营养结构及其功能 …… 200
11.5　生态系统的稳定性 …………… 206
11.6　人类与环境中其他生物的关系 …… 211
11.7　生物多样性的保护 …………… 214
11.8　保护环境，实现可持续发展 ……… 219

DIY

第一单元 ………………………… 230
第二单元 ………………………… 232
第三单元 ………………………… 234
第四单元 ………………………… 235

第一单元 生命的多样性和统一性

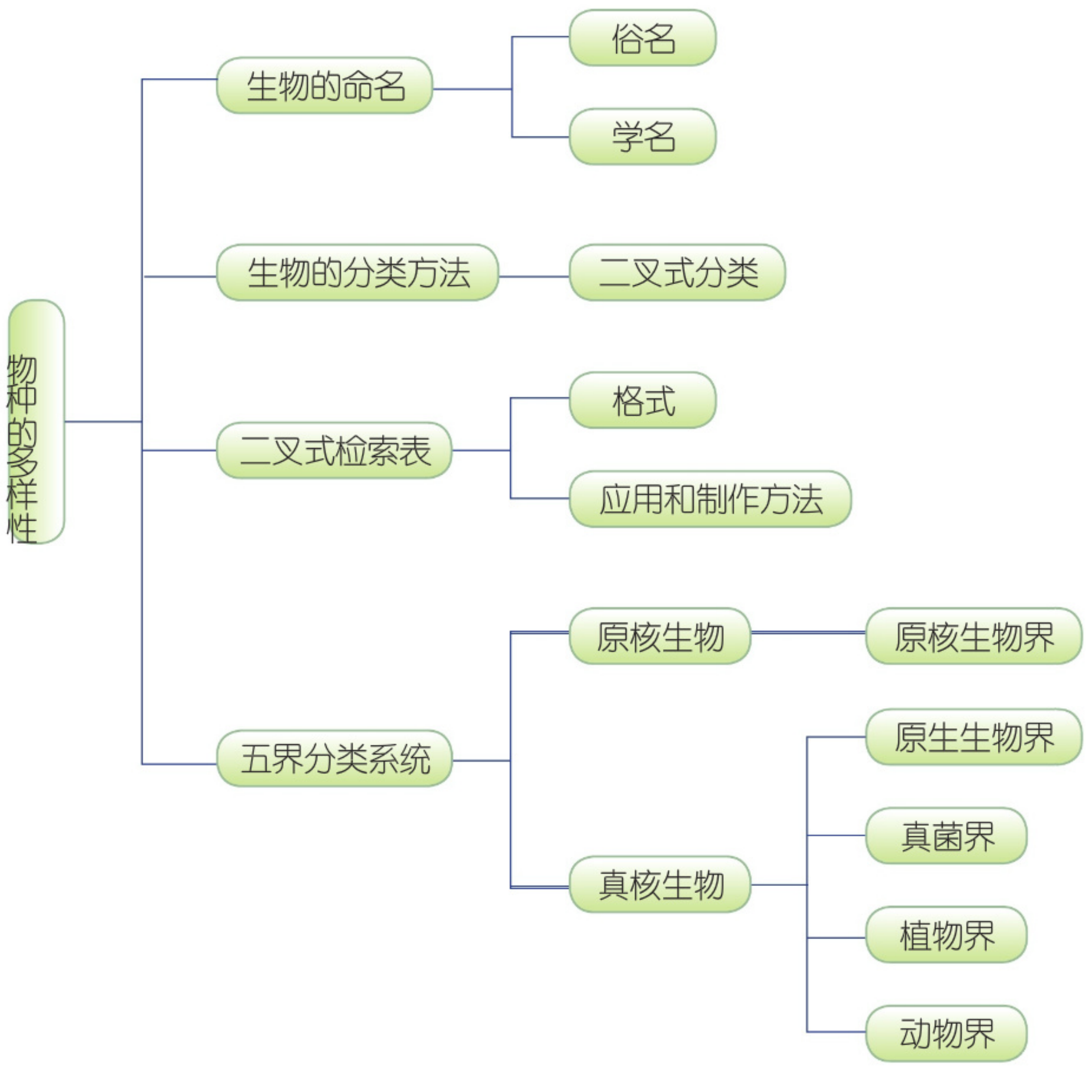
第1章 物种的多样性

学习目标

1. 能说出生物分类的方法与意义。
2. 知道生物命名有俗名和学名之分。
3. 掌握二叉式检索表的应用与制作方法。
4. 能按动物的共同特征进行分类。
5. 能按植物的共同特征进行分类。
6. 认识生物分类系统的发展史。
7. 认识五界生物分类系统和各界生物的主要特征。
8. 理解和接受科学知识不断演进的特质。



本章概念图


物种的多样性
生物的命名
俗名
学名
生物的分类方法
二叉式分类
二叉式检索表
格式
应用和制作方法
五界分类系统
原核生物
原核生物界
真核生物
原生生物界
真菌界
植物界
动物界

1.1 生物的分类与物种的命名

地球上的生物种类繁多，研究和了解它们时，首先需要给它们命名并加以分类。科学家是如何对地球上约二百万种生物进行命名并分类的？

1.1.1 俗名和早期的生物分类

人类早在远古时期就捕鱼、打猎和采集植物的果实、种子，后来又栽培植物、驯养动物，在这个过程中逐渐加深了对生物的认识。此时，各个地区的人们是按照自己的习惯和认识对物种命名的。例如，玉米从美洲传入中国时，它们被称为玉蜀黍，在不同的地区分别又被叫做包谷、苞米或棒子等。这些就是所谓的俗名。

当认识的生物物种比较多时，人们开始对它们进行分类。据历史记载，古希腊学者亚里士多德是最早对生物进行系统分类的人。他把生物分为动物和植物，又把动物区分为卵生和胎生两类（图 1–1）。

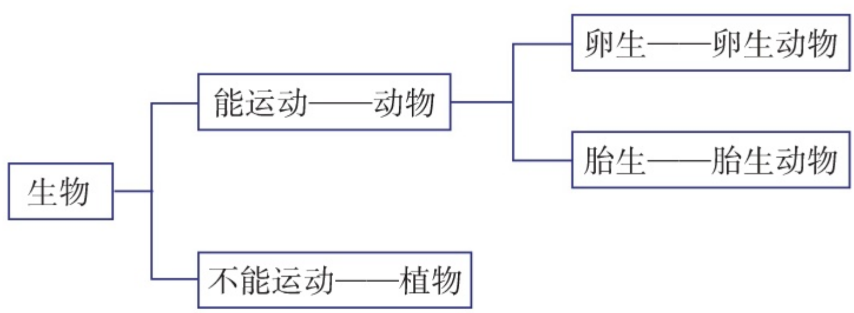


图1–1 亚里士多德对生物的分类，他已经有二叉分类的思想。

像亚里士多德这样根据一个或几个特征将有关生物类群一分为二的方法，称为二叉式分类法（dichotomous key）。

想一想

1. 亚里士多德是根据什么标准对动物进行二叉分类的？
2. 你认为还可以用其他什么标准对生物或动物进行分类？

1.1.2 比较和分类

对生物进行分类，首先要比较它们的异同，从而确定以什么特征作为分类标准。因此，分类一般是在形态观察的基础上进行的。对不同生物进行观察时，我们经常使用求同比较、求异比较和同异共用比较法。例如，我们可以通过求同比较，用骨骼中都有由脊椎骨组成的脊柱作为区分标准，把鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类归入脊椎动物；再通过求异比较，用体表被羽毛、前肢变成翼作为区分标准，把鸟与其他脊椎动物区别开来；还可以通过同异比较，用不同的标准在鸟类中区分出鸵鸟、鹦鹉和猫头鹰等不同种类的鸟。

活 动 1

试设定一个标准填入图 1–2 的括弧中，完成脊椎动物的二叉式分类表。

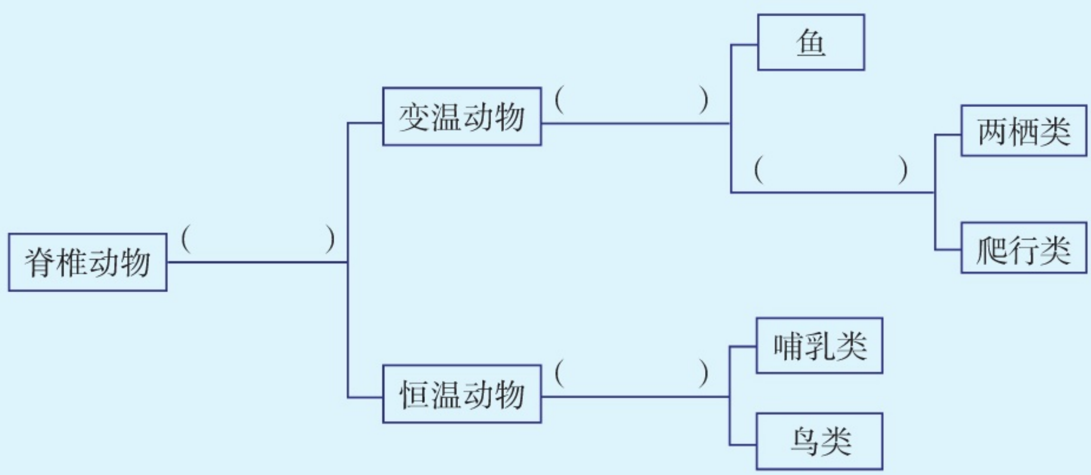


图1–2　脊椎动物的二叉式分类表

在活动 1 中，我们根据一个或两个特征作为标准，将脊椎动物分成两类。依此原则反复使用二叉式分类法，可以把所有的脊椎动物类群区分完毕。

1.1.3 生物的学名

欧洲工业革命后，国际贸易兴盛，各个地区之间科学工作者的交往日益频繁。此时，俗名的不足日益显现。一是同物异名，如玉米在不同的地方有不同的名称；二是异物同名，例如天堂鸟，它既是一种花，又是一种鸟（图 1–3）。


a 天堂鸟花（本名鹤望兰），又名极乐鸟花。


b 天堂鸟（本名极乐鸟），又名太阳鸟、凤鸟。

图1–3 俗名相同的两种生物

为避免混乱和便于进行科学交流，有必要给每一种生物制定统一使用的科学名称，称为学名（scientific name），如大红花的学名是“*Hibiscus rosa-sinensis*”；现代人的学名是“*Homo sapiens* L.”。

小档案

林奈和双名法

1735 年，瑞典博物学家林奈（Carl von Linné，1707—1778）发表著作《自然系统》（*Systema Naturae*），建立了生物分类阶元系统，提出了动植物命名的双名法。后来，科学界接受了他的双名法，并把生物分类系统确定为界（kingdom）、门（phylum）、纲（class）、目（order）、科（family）、属（genus）、种（species）7 个等级，它们构成了全世界通用的生物分类系统。

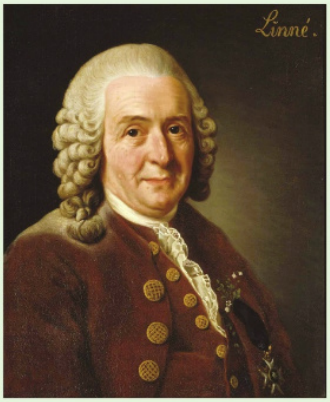


图1–4 林奈

林奈提出的双名法又称二名法，按照双名法的规定，每种生物的学名由两个拉丁文表示，第一个是该种所在属的属名，其第一个字母要大写；第二个是种名，其第一个字母要小写。学名应以斜体字表示，在它之后可以附上命名人的姓氏。例如，现代人的学名是“*Homo sapiens* L.”，其中的 *Homo* 是属名，即人属；*sapiens* 是种名，即智人；L 为林奈，是 Linne 的缩写。

1.2　二叉式检索表的制作和应用

当遇到一种不知名的植物或动物时，我们怎么知道它在生物分类系统中的位置呢？

1.2.1　二叉式分类检索表

分类检索表是以区分生物为目的编制的表，目前常用的是二叉式分类检索表。这种检索表根据某一对或几对相对性状的区别，把动植物分成相对应的两个分支。接着，再根据另一对或几对相对性状，把上面的每个分支再分成相对应的两个分支，好像二叉分枝一样。如此，逐级排列下去，直到包括全部生物类群为止。

按照活动 1 的思路，我们可以根据各种生物有无某一相对性状，编制成一张二叉式分类检索表。例如，对图 1-5 中的六类生物，我们就可以编制出图 1-6 所示的检索表。



玉米



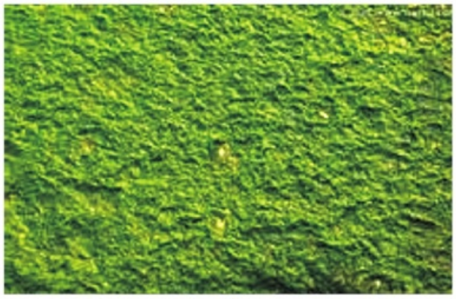
沙丁鱼



蚕豆



蜂鸟



苔藓



长鼻猴

图1-5　六类生物形态

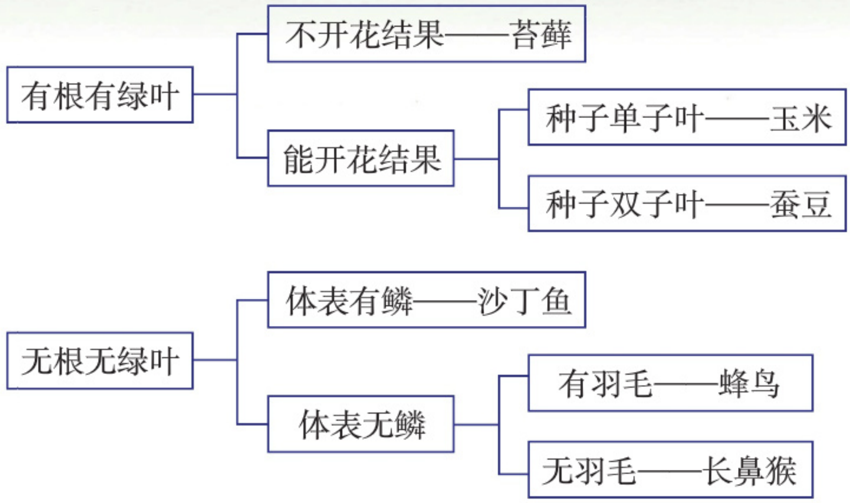


图1-6　图1-5中六类生物的二叉式分类检索表

实际使用时这个检索表可以写成表 1-1 的形式。

表1-1　图1-5中六类生物的二叉式检索表

1有根有绿叶 …………………………………… 2
1无根无绿叶 …………………………………… 4
2不开花结果 ………………………………… 苔藓
2能开花结果 …………………………………… 3
3种子单子叶 ………………………………… 玉米
3种子双子叶 ………………………………… 蚕豆
4体表有鳞 ………………………………… 沙丁鱼
4体表无鳞 ……………………………………… 5
5有羽毛 …………………………………… 蜂鸟
5无羽毛 …………………………………… 长鼻猴

生物学上使用的二叉式检索表有许多类型，表 1-1 所示的形式叫双项式检索表。

1.2.2　二叉式检索表的应用

当我们不知道某一种生物的分类地位时，可以按照检索表中各点逐步查对，最后找出它是哪一类生物。

活动2

用表 1-2 辨认图 1-7 中五种不知名的植物，请分别说出它们的名称。

a ____________，b ____________，c____________，d____________，

e ____________。

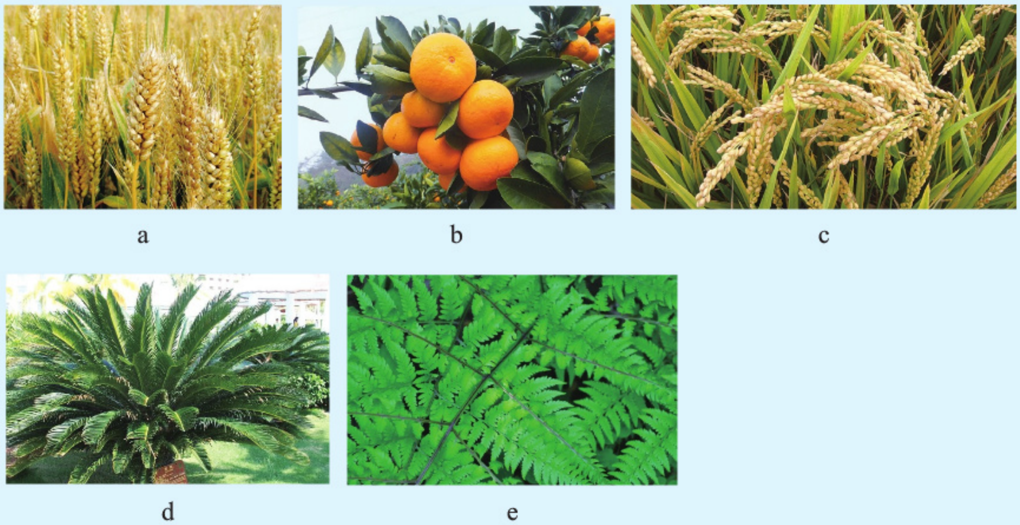


图1-7　五种需要辨认的植物

表1-2　五种植物的检索表

1无种子 ……	蕨类
1有种子 ……	2
2无果实 ……	苏铁
2有果实 ……	3
3种子双子叶 ……	橘子
3种子单子叶 ……	4
4有芒 ……	小麦
4无芒 ……	水稻

1.2.3　二叉式检索表的制作

我们也可以自己动手来编制一个二叉式检索表。在编制检索表时，首先要对需检索的植物或动物进行全面细致的观察，对其形态、生理和分布区特征进行比较分析，找出其中比较明显的相对性状作为区分标准；然后再按先后顺序，分清主次，逐项排列起来加以叙述，并在各项文字描述之前用数字编排；最后检索出某一等级的具体名称。在文字描述与名称之间要用“……”连接。

活动3

为图 1-8 中的动物制作一个二叉式检索表，用于辨认它们。



山雀



水母



蜗牛



马陆



穿山甲

图1-8　五类不同的动物

检索表

想一想

除对生物进行分类检索外，检索表还可用于图书、收集的邮票及其他物品的分类检索吗？

1.3 生物的分类系统

我们在前面所学的对生物的分类方法都属于人为分类法，即选择某一个或几个特征进行分类。这种分类方法的优点是简便有效，缺点是这样形成的分类系统没有考虑生物之间的亲缘关系。于是，生物学家在不断寻找更科学的分类系统。

1.3.1 对生物分类系统的探索

亚里士多德和林奈都根据能否运动把生物划分为动物和植物两界，形成生物分类的二界系统。但按这样的划分，有些动物不太活动，如海绵、珊瑚虫（图 1-9）；有些植物却善于游动，如衣藻、盐藻（图 1-10），所以这样的分类方法不科学。而且，根据能否运动把细菌、真菌归入植物界也不合理，因为它们不能进行光合作用。



图1-9 珊瑚虫在海水里营固定生活

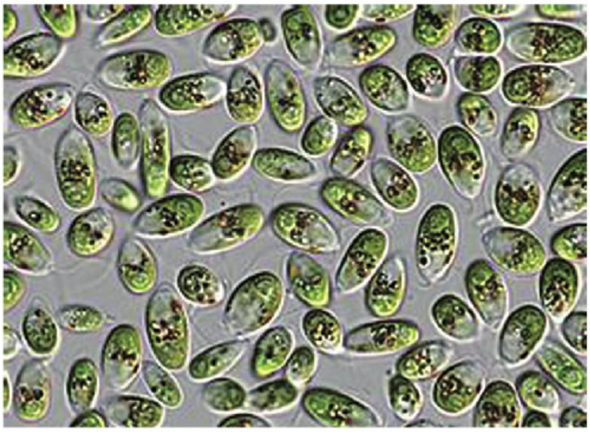


图1-10 盐藻的活动能力很强

1859 年达尔文提出生物演化论后，生物学家普遍认为应该把生物的形态结构和生物间的亲缘关系结合起来作为分类标准。1866 年，德国博物学家海克尔提出三界系统，除动物界和植物界外，把所有单细胞生物和某些多细胞动植物归入一个新的界 —— 原生生物界。随着生物学的发展，又出现了用二界和三界系统不能解决的问题，尤其是细菌和真菌的分类地位。1969 年，美国生物学家魏泰克（Robert.H.Whittaker,1924—1980）提出了五界分类系统，他把生物分为原核生物界（Kingdom



图1-11 魏泰克

Monera）、原生生物界（Kingdom Protista）、真菌界（Kingdom Fungi）、植物界（Kingdom Plantae）和动物界（Kingdom Animalia）。五界系统提出后，很快成为世界上应用最为广泛的生物分类系统。

1.3.2 五界系统中各界的特点

按五界分类系统，这五个界的生物各有什么特点呢？

原核生物界包括细菌和其他原核生物。动物、植物、真菌和原生生物的细胞中，遗传物质都有膜包被。因此，它们的细胞具有成形的细胞核。这些生物被称为真核生物。而在原核生物的细胞中，遗传物质没有核膜包被，所以没有成形的细胞核。原核生物都是单细胞生物，其中以细菌和蓝细菌（图1-12）最为常见。它们通过分裂生殖繁殖后代，是现存生物中最原始的一类。在真核生物出现之前长达二十多亿年中，原核生物曾经是地球上唯一的生命形式。如今它们还是很兴盛，分布遍及整个地球，其作用不可忽视。以细菌为例，它们中的有些种类会引起疾病，有些种类对人类有益。更重要的是细菌能够将生物的遗体和排泄物分解，使有机物重新变成无机物，从而使自然界中的物质得以在生物与无机环境之间进行循环。

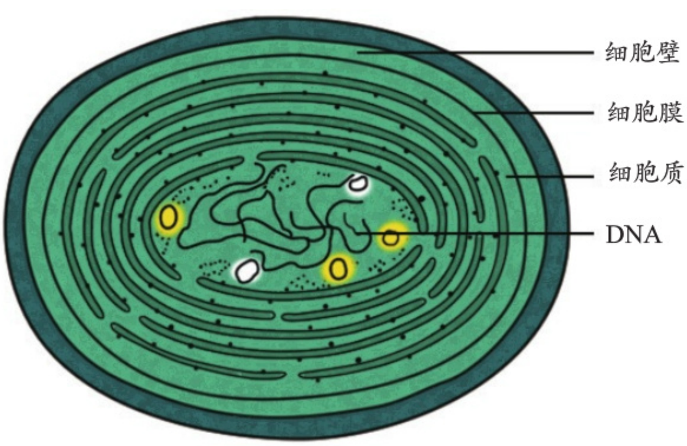


图1-12　蓝细菌

蓝细菌的细胞里遗传物质（DNA）没有膜包被，所以没有成形的细胞核。已知蓝细菌约有2000种，分布十分广泛，世界各地都有。

原生生物界大部分是单细胞生物，它们种类繁多，生活方式多样。有些类似植物，具有细胞壁，可以进行光合作用，如衣藻等单细胞藻类，可食用的昆布（海带）、紫菜等（图1-13）。另有一些像动物，如变形虫（图1-14）、草履虫等单细胞原生动物。还有一些既像植物又像动物，如眼虫（图1-15）既有鞭毛能运动，又有叶绿体可合成有机物。也就是说，凡是不能归入真菌界、植物界和动物界的真核生物，在五界分类系统中都被划入了原生生物界。



海带是一种在海水中生长的大型海生原生生物。



紫菜个体呈紫色或褐绿色的膜状，在海水中生活。

图1-13　能进行光合作用的原生生物

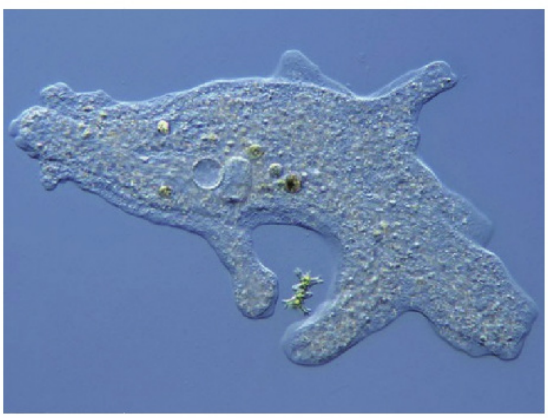


图1-14　痢疾内变形虫

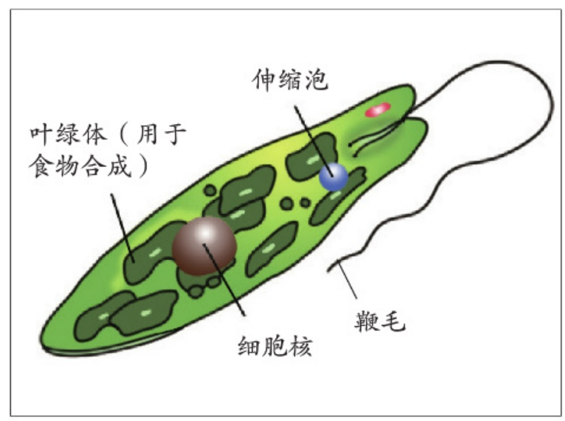


图1-15　眼虫



图1-16　食用菌

自林奈把生物区分为动物和植物两界以后，真菌因固着生活和具有细胞壁而一直被归入植物界。但是，由于真菌的起源、组织、营养方式和细胞壁的组成成分等都与植物不同，所以五界系统中另设了真菌界。以营养方式为例，真菌的细胞中没有叶绿体，不能进行光合作用，必须从活的生物或生物遗体中吸收养分。

真菌与人类生活的关系十分密切，如用来酿酒和制作面包的酵母菌就是一种单细胞真菌。不过，大部分真菌是多细胞生物，如香菇、木耳等食用菌（图 1-16）以及生产青霉素用的青霉菌等（图 1-17）。有些真菌会引起疾病，如灰指甲（图 1-18）就是由真菌引起的；有些真菌具有剧毒，如毒蕈（图 1-19）。

真菌在自然界最重要的作用和细菌一样，能把生物的遗体和排泄物分解掉。

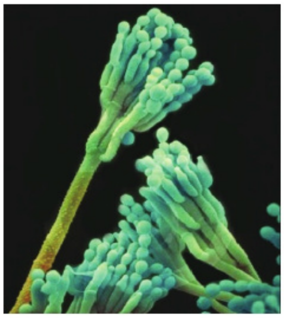


图1-17　青霉菌



图1-18　灰指甲



图1-19　毒蕈的颜色大多很鲜艳

想一想

植物和动物为什么不能归入原核生物界、原生生物界和真菌界？

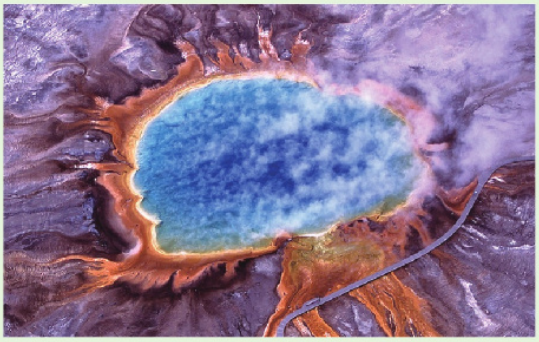
植物是多细胞真核生物，细胞外有纤维素组成的细胞壁；成熟的细胞中常有较大的液泡；细胞质中常含有叶绿体，能进行光合作用制造有机物。动物也是多细胞真核生物，细胞没有细胞壁和叶绿体，必须通过摄食获取有机物。

小档案

三域系统

美国微生物学家和生物物理学家卡尔·理查德·乌斯（Carl Richard Woese，1928—2012）等科学家发现，有些生活在极端环境（如缺氧、高温、高盐）中的细菌，其细胞结构和某些代谢途径与一般的细菌大不相同。于是他们在1993年提出，应该将这些生活在极端环境中的原核生物独立划为古细菌界（图1-20）。同时，他们还建议在“界”这个生物分类等级之上增加“域（domain）”作为比“界”高一级的分类系统，并把地球上的所有生物分别归入细菌域（Eubacteria）、古细菌域（Archaebacteria）和真核生物域（Eukarya）。这就是所谓的三域系统。三域系统的基本特征是将本来在原核生物界中的古细菌和一般细菌相区分，分别独立成古细菌域和细菌域；真核生物域下保留真核生物的四个界，即原生生物界、真菌界、动物界和植物界。

三域系统提出后，逐渐被科学界承认。目前，大多数学者已经接受了此系统，但仍有一些学者遵循五界系统。



极端嗜热菌（themophiles）能在90℃以上的高温环境中生活。美国黄石国家公园的热泉中就生活着嗜热古细菌。



极端嗜酸菌（acidophiles）能生活在pH值低于1的环境中，如其中有的能氧化硫，将硫酸作为代谢产物排出体外。西班牙李拓河的矿渣废水中就生活着嗜酸古细菌。

图1-20　古细菌域中的一些古细菌至今还在地球上生活

本章提要

1. 对生物进行分类，首先要比较它们的异同。然后根据一个或几个特征作为标准，将生物进行分类。
2. 生物的俗名是由各个地区的人按照自己的习惯和认识对生物进行命名的。为避免混乱和便于进行科学交流，有必要给每一种生物制定统一使用的科学名称，即学名。
3. 分类检索表是以区分生物为目的编制的表，目前常用的是二叉式分类检索表。
4. 在编制检索表时，首先要通过观察对其形态、生理和分布区特征进行比较分析，找出其中比较明显的特征；然后再按先后顺序，分清主次，逐项排列起来加以叙述，并在各项文字描述之前用数字编排；最后检索出某一等级的具体名称。在文字描述与名称之间要用“……”连接。
5. 五界分类系统包括原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。
6. 原核生物界包括细菌和其他原核生物。原核生物都是单细胞生物，在原核生物的细胞中，遗传物质没有核膜包被，所以没有成形的细胞核。
7. 动植物、真菌和原生生物的细胞中都有成形的细胞核，里面有遗传物质，它们被称为真核生物。
8. 原生生物界大部分是单细胞生物，凡是不能归入真菌界、植物界和动物界的真核生物，在五界分类系统中都被归入原生生物界。

9. 真菌界中既有单细胞真菌，也有多细胞真菌。它们的细胞里没有叶绿体，不能进行光合作用，必须从活的生物或生物遗体中吸收养分。

10. 植物是多细胞真核生物，细胞外有纤维素组成的细胞壁；成熟的细胞中常有较大的液泡；细胞质中常含有叶绿体，能进行光合作用制造有机物。

11. 动物也是多细胞真核生物，细胞没有细胞壁和叶绿体，必须通过摄食获取有机物。

练 习 题

一、选择题

1. 对动物进行二叉分类，关键是要确定（　　）。

A. 动物的名称　　B. 分类的标准

C. 动物是否有脊椎　　D. 动物是否胎生

2. 编制二叉式检索表时，区分标准是（　　）。

A. 生物的形态特征　　B. 生物的生理特征

C. 生物的分布区域　　D. 以上三项中的一个或几个

3. 现在生物学家普遍认为应该以（　　）作为标准来建立生物分类系统。

A. 生物的形态结构

B. 生物间的亲缘关系

C. 生物的形态结构和生物间的亲缘关系

D. 生物的生殖方式

二、简答题

1. 如果用同异比较法来观察鸟类和哺乳类，请举出它们的两个相同特点和两个不同特点。

2．请对校园中的 4—6 种生物编制出一个二叉式检索表。

3．归纳五界系统中各界生物的主要特点。

界	生物的主要特点
原核生物界	
原生生物界	
真菌界	
植物界	
动物界	

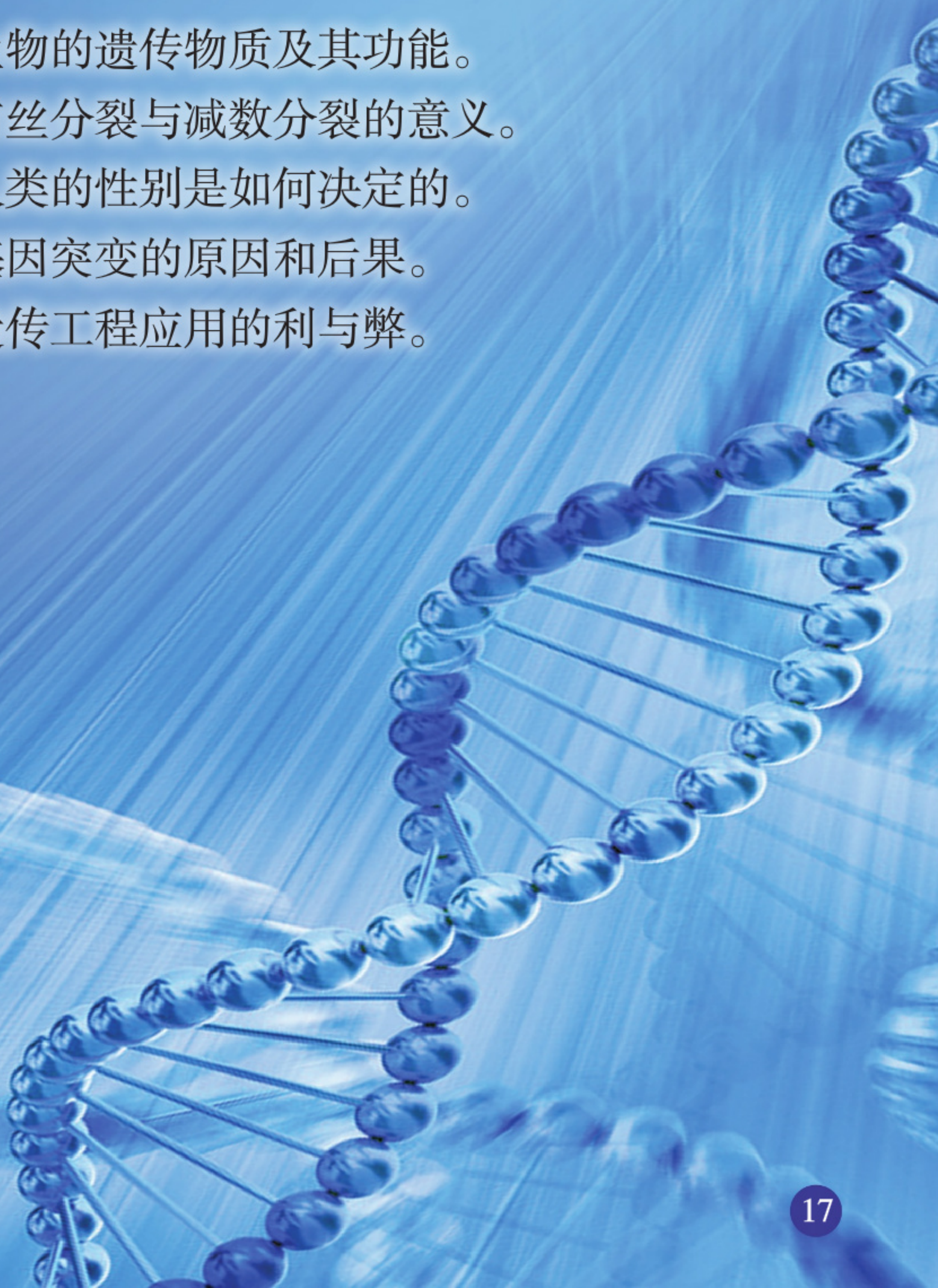
第一单元

生命的多样性和统一性

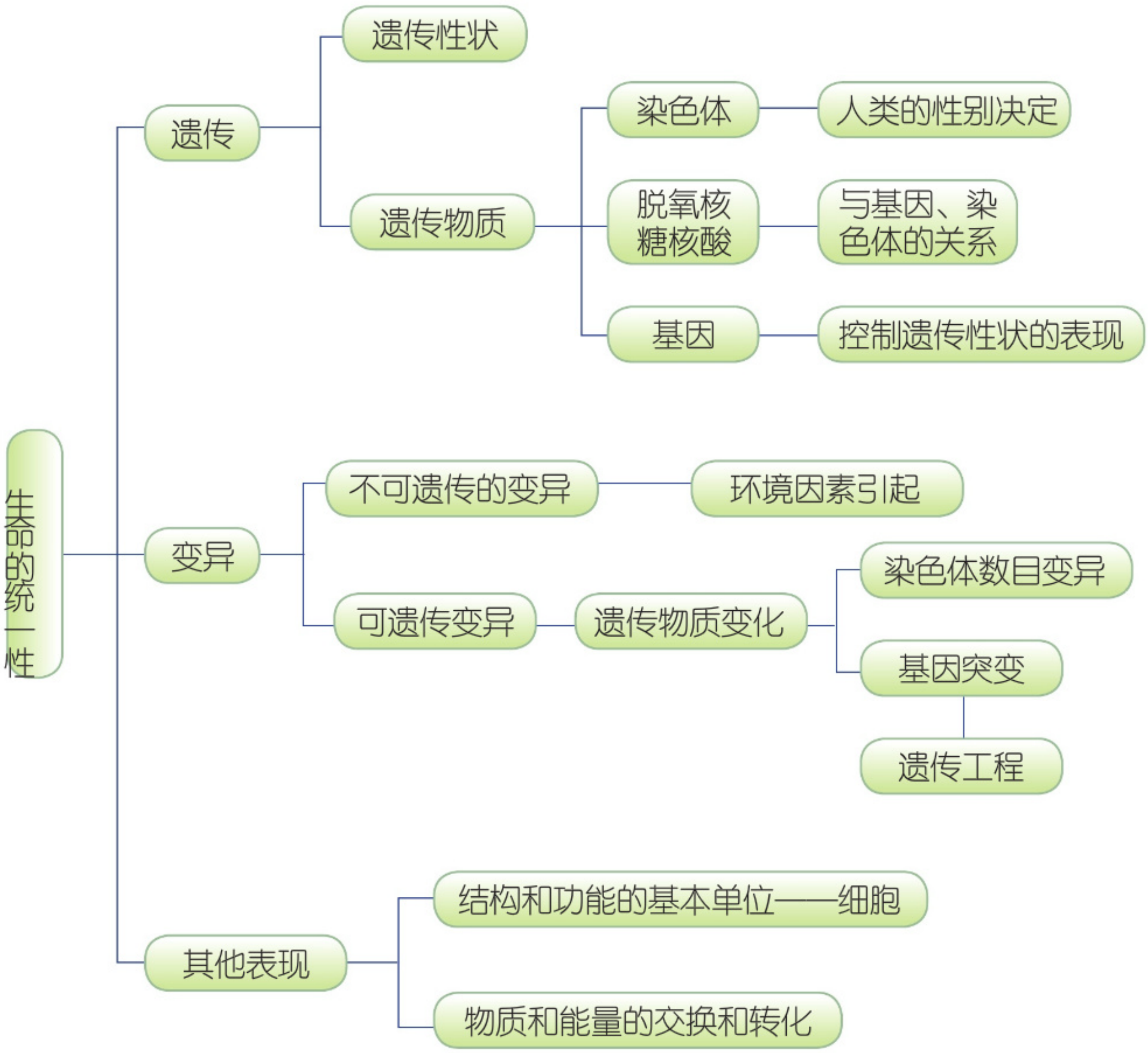
第2章 生命的统一性

学习目标

1. 认识生物的遗传物质及其功能。
2. 知道有丝分裂与减数分裂的意义。
3. 知道人类的性别是如何决定的。
4. 知道基因突变的原因和后果。
5. 知道遗传工程应用的利与弊。



本章概念图


生命的统一性
遗传
遗传性状
遗传物质
染色体
人类的性别决定
脱氧核糖核酸
与基因、染色体的关系
基因
控制遗传性状的表现
变异
不可遗传的变异
环境因素引起
可遗传变异
遗传物质变化
染色体数目变异
基因突变
遗传工程
其他表现
结构和功能的基本单位——细胞
物质和能量的交换和转化

2.1 遗传现象和染色体

“你长得像爸爸”，“你长得像妈妈”，从孩提时起，是不是常常会听到有人对你这样说？为什么子女和父母之间有许多性状是相似的呢？

2.1.1 遗传现象

实际上，每种生物所繁殖的新个体，在形态结构、生理机能等方面，都和自己的亲代相似，这种现象称为遗传（heredity）。

活动 1

仔细观察图 2–1 和图 2–2，描述亲代与子代之间表现出哪些遗传现象。


图2–1 孩子与父母


图2–2 白颊长臂猿母子

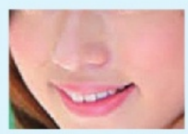
1. 图 2–1 中显示的遗传现象有____________________________。
2. 图 2–2 中显示的遗传现象有____________________________。

遗传现象在自然界普遍存在，如果注意观察周围的同学，会发现他们有许多不同的特征，例如有的人有耳垂，有的人没有耳垂；有的人长有直发，有的人却长有一头卷发。这些性状称为相对性状，它们都是遗传性状。生物能通过生殖把自己的相对性状世世代代传递下去，这就是遗传现象。

活动 2

人体的相对性状有许多种，表 2–1 列出了其中四种相对性状。

表2–1 人体的相对性状

性状	相对性状的具体表现	
耳垂	 有耳垂	 无耳垂
上眼睑特征	 双眼皮	 单眼皮
食指长短	 食指比无名指短	 食指比无名指长
酒窝	 有酒窝	 无酒窝

对照表 2–1 中的图，观察自己的有关相对性状，与自己父母亲的这些性状比较，将结果填入表 2–2 中。

表2–2 自己与家人的相对性状

性状	自己	父亲	母亲
耳垂			
上眼睑特征			
食指长短			
酒窝			

2.1.2 染色体与生物的遗传有关

为什么生物体会表现出亲代和子代之间性状相似的遗传现象呢？

早在二千多年前，古希腊著名医学家希波克拉底（Hippcrates，前460年—前370年，图2-3）就曾经对人类的繁衍提出一种猜测，认为男性排出的精液中有一种会让女性受孕的东西——精子。在漫长的岁月里，这种猜测一直没有得到证实。直到17世纪后半叶，荷兰学者列文虎克的助手哈姆在显微镜下发现了精液里有一些很小的小体。科学家意识到这就是精子，于是对它们开展了研究。当时有学者认为在人的精子或卵子中有父母性状的缩影（如图2-4），因而由受精卵发育成的子代个体具备了双亲的遗传性状。

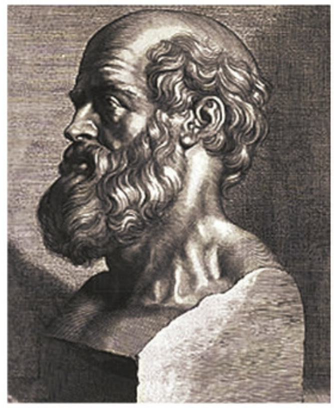


图2-3 希波克拉底

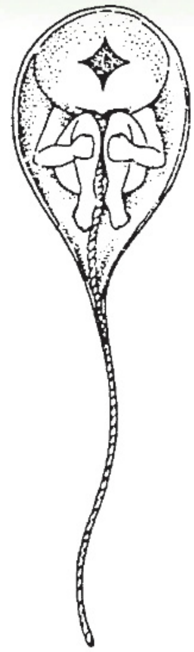
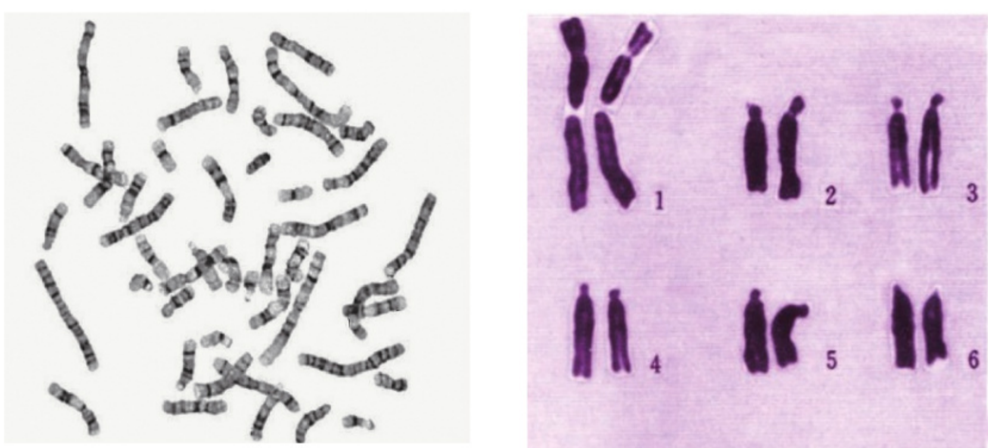


图2-4 17世纪有人认为精子中有一个小人

然而，随着显微技术的进步，科学家并没有在人的精子或卵子中发现丝毫人的形象。它们像其他细胞一样，只具有细胞膜、细胞质、细胞核等结构。后来，科学家们发现动植物和真菌等真核生物的细胞在分裂时，细胞核中会出现一些易被碱性染料染成深色的圆柱状或杆状小体，它们被称为染色体（chromosome）。实验研究证明，同一物种的不同生物个体之间，细胞中染色体的数量和形态几乎完全相同；不同物种的生物个体之间，细胞中染色体的数量和形态存在明显差异（图2-5）。



a 人的每个细胞中都有46条染色体　　b 蚕豆的每个细胞中都有6对染色体

图2-5 动植物细胞中的染色体

显微研究发现，真核生物的体细胞分裂时，每个染色体都会通过复制，成为两个完全一样的染色体，排列在细胞的中央。然后在丝状物质的牵引下，分成同样的两组，分别进入两个子细胞（图 2-6）。这种细胞分裂的方式，称作有丝分裂（mitosis）。经过有丝分裂，子细胞和母细胞的染色体保持不变。

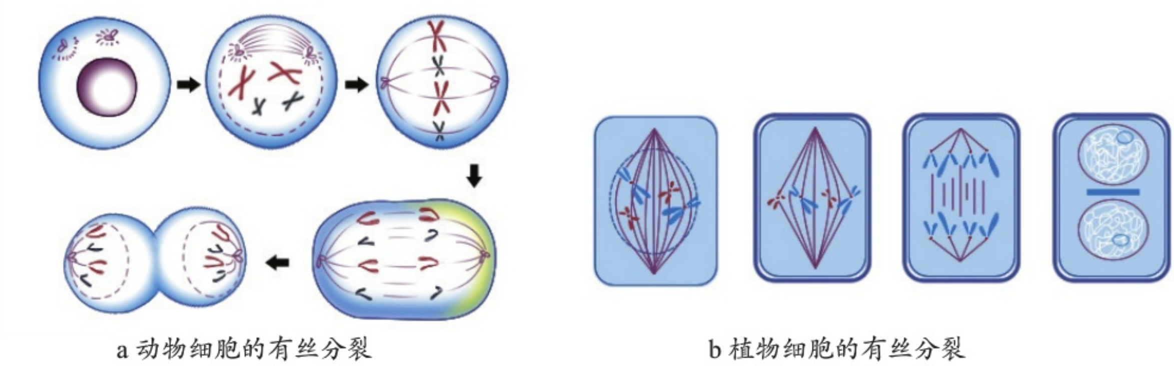


图2-6　真核生物体细胞的有丝分裂

真核生物进行有性生殖时，要由体细胞通过分裂产生生殖细胞。此时，它们的染色体只复制一次，细胞连续分裂两次。这样，形成的生殖细胞中的染色体数目，就比体细胞中的减少了一半（图 2-7）。因此，科学家把这种分裂方式称作减数分裂（meiosis）。

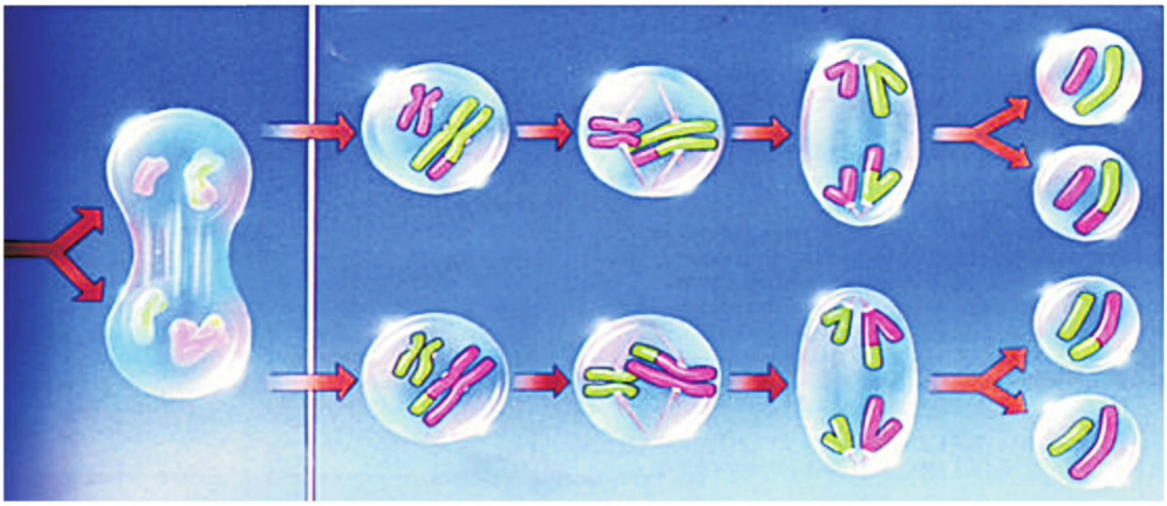


图2-7　减数分裂

在受精作用过程中，雌雄生殖细胞结合形成受精卵，受精卵通过有丝分裂形成新个体。这样，通过减数分裂、受精作用和有丝分裂，在生物体代代相传的过程中，亲代与子代生物体细胞内的染色体数量和种类就保持着高度的稳定。

受精卵是由精子和卵子结合而成的，因此受精卵中，一半染色体来自父亲，另一半来自母亲。新个体的细胞中，还是一半染色体来自父亲，另一半

来自母亲。

根据染色体的行为与遗传性状在亲代和子代之间传递的相关性，科学家推测染色体与生物的遗传有关。

2.2　遗传性状的决定

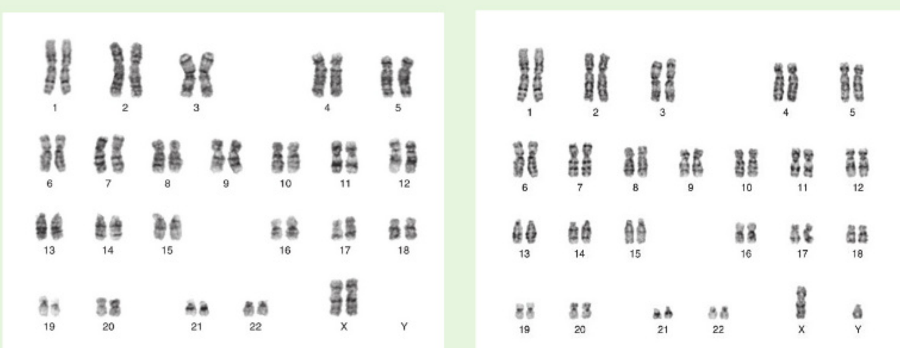
在生殖时，父母的染色体传递给了子代。子代的遗传性状又是如何决定的呢？

2.2.1　人的性别决定

在人的遗传性状中，性别是最引人注意的。性别怎样遗传？

读 图

将人的体细胞中的染色体整理后，可以绘制成如图 2–8 所示的排序图。



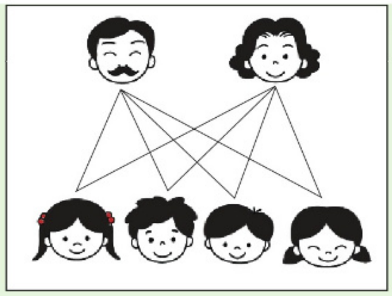
a 女　　　　b 男

图2–8　人类体细胞中的染色体排序图

1. 人的体细胞中，共有多少条染色体？ ____________ ；按大小和形态，它们可以配成多少对？ ____________。每一对中的两条染色体分别来自 ______________________________。
2. 男女体细胞中染色体的差别在哪里？ ________________________。

在人类体细胞的染色体中，男女明显不同的一对染色体就是性染色体（sex chromosome）。女性的一对性染色体形态、大小相似，男性的一对性染色体形态、大小不同。性染色体是与性别决定有关的染色体。男性性染色体为 XY，女性为 XX。那么，一对夫妻生出来的孩子是男是女，由什么决定呢？

读 图


图2-9　生男生女图解

仔细阅读图 2-9，回答下列问题。

1. 从性染色体的角度看，男性产生的精子有几种？__________，是什么？________。女性呢？____________。
2. 精子和卵子结合形成受精卵，可能形成的性染色体组合有几种？_________。是什么？_____________。生男生女的机会均等吗？_____________。
3. 精子和卵子的不同结合产生不同性别的后代，请写出后代体细胞中的性染色体：男 __________，女 __________。

许多动物的性别是由染色体决定的。例如，哺乳动物与人类一样，雄性的体细胞中有一对大小、形态、结构不同的性染色体（XY）；雌性的体细胞中有一对形态、大小相似的性染色体（XX）。鸟类的性染色体与哺乳动物不同，雄性个体有两个相同的性染色体（ZZ），而雌性个体则有一对异形的性染色体（ZW）。

想一想

有的家庭想生儿子，但生了几个都是女孩，于是怪罪做母亲的生不出男孩。你觉得有道理吗？

2.2.2 基因和DNA

每种生物都有很多遗传性状，但细胞中的染色体数目却很有限，这说明染色体上另有一些物质在决定遗传性状。这些遗传物质是什么呢？



图2-10 孟德尔

1856 年，奥地利遗传学家孟德尔（Gregor Johann Mendel，1822—1884）（图 2-10）开始了长达 8 年的豌豆实验。他假设决定豌豆遗传性状的遗传物质是遗传因子，然后对实验数据进行统计分析并进行逻辑推理，最终发现了生物遗传的基本规律。

1909 年，丹麦遗传学家约翰逊（Wilhelm Johannsen，1857—1927）正式提出了基因（gene）概念，认为正是基因在记录和传递遗传信息。20 世纪初期，美国遗传学家摩尔根（Thomas Hunt Morgan，1866—1945）（图 2-11）通过果蝇的遗传实验，认识到基因存在于染色体上，呈线性排列，从而得出了染色体是基因载体的结论。



图2-11 摩尔根

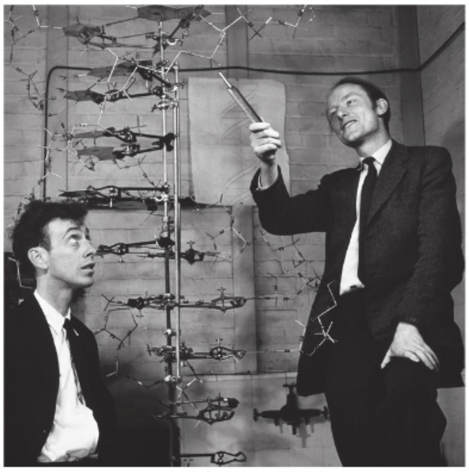


图2-12 沃森和克里克

1953 年，美国科学家沃森（James Watson，1928—）和英国科学家克里克（Francis Crick，1916—2004）提出了脱氧核糖核酸双螺旋结构模型（如图 2-13），以无可辩驳的证据证明了它就是遗传物质。脱氧核糖核酸（deoxyribonucleic acid，缩写为 DNA）是一种大分子化合物，它的相对分子质量一般在百万以上。脱氧核糖核酸的分子由两条长链组成，呈螺旋状的结构，遗传学上称之为双螺旋结构。



图2-13　脱氧核糖核酸分子的双螺旋结构模型

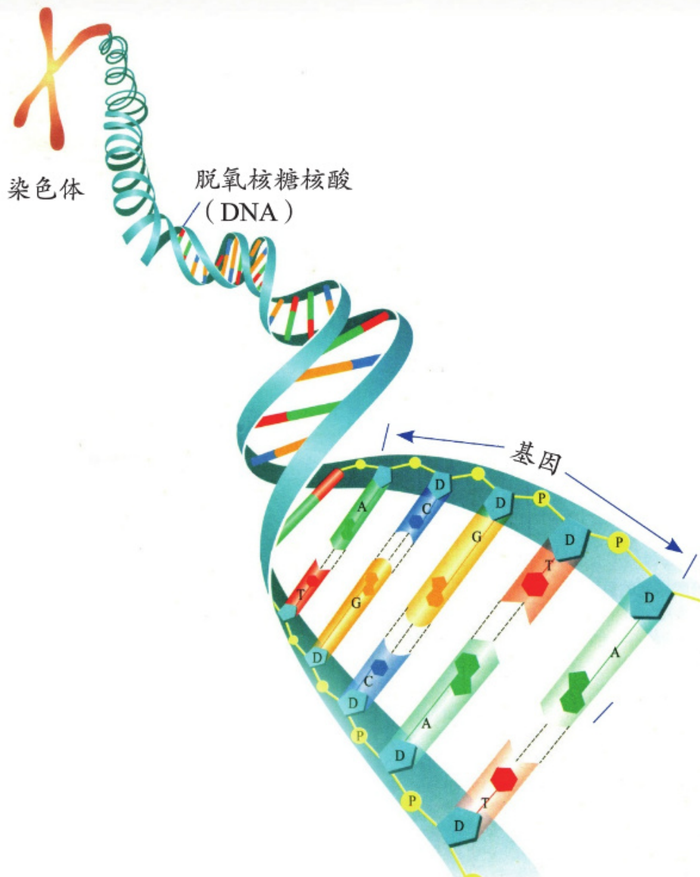


图2-14　染色体、脱氧核糖核酸和基因之间的关系

现代遗传学的研究表明，每条染色体只含有一个脱氧核糖核酸分子（染色体复制后含两个脱氧核糖核酸分子）；基因是脱氧核糖核酸分子上起遗传作用的片段（图 2-14），每个脱氧核糖核酸分子上可以有多个基因。基因指导蛋白质的合成，进而控制生物体的性状特征，如人的肤色、花的形状等。因此，说到底，基因决定遗传性状，染色体是基因的载体。

小档案

基因在性别决定中的作用

1990 年，一位英国科学家研究发现，在 Y 染色体上只有一小段 DNA 是决定雌雄性别的，也就是一个基因（SRY 基因）。它能够触发睾丸的发育，因此决定了雄性性状。近年来，科学家又发现 Y 染色体上还有三个基因，决定精子的产生和成熟。最近，科学家又陆续发现了 X 染色体上与女性性别有关的基因。这些发现进一步证明，基因决定遗传性状，染色体是基因的载体。

2.3 变异

你看见过和自己的父母长得一模一样的人吗？放眼生物世界，不同种类的生物固然千差万别，但同种生物个体之间也总是存在着一定的差异。生物的子代也只是与亲代相似，绝不会与亲代完全相同。遗传学上把同一物种内不同个体之间的差异称做变异（variation）。

2.3.1 变异的类型

生物的变异在自然界广泛存在，我们可以把它分为两大类：不可遗传变异与可遗传变异。不可遗传变异是由于环境变化造成的，如由于水肥不足造成的植株瘦弱矮小、植物激素引起的果实变异等（图 2-15）。这种情况下，遗传物质没有改变，因此变异的性状不会遗传。可遗传变异则由遗传物质的改变所致，所以能够遗传，如在动物界广泛存在的白化现象（图 2-16）。染色体数目的改变和基因突变引起的变异都可以遗传。



图2-15 变异的茄子



图2-16 白狮

染色体数目的改变可以产生新物种，例如体细胞中的染色体，马有 64 条，驴有 62 条，马和驴杂交得到的骡子（图 2-17）为 63 条，所以骡子和马、驴不属于同一个物种。染色体数目的改变也可以产生新的遗传性状。人类的一些遗传病就是由于染色体数目改变引起的。如唐氏综合症，患儿智力低下并伴有其他多种病症，其原因是第 21 号染色体有 3 条，因此该病又叫 21 三体综合症（图 2-19 ）。



图2-17 骡子

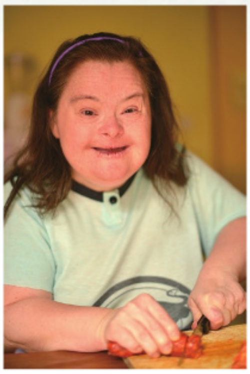


图2-18　唐氏综合症患者

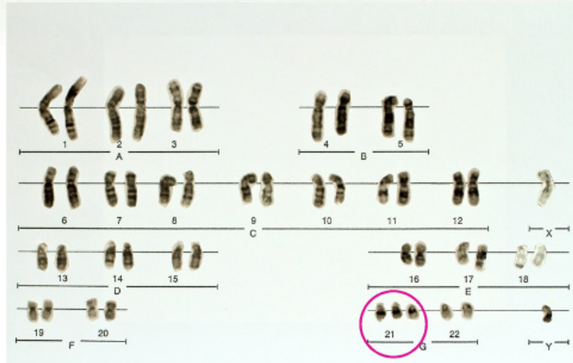


图2-19　唐氏综合症患者的染色体排序图

基因突变（gene mutation）指脱氧核糖核酸分子上的某个位点发生了改变。从分子水平上看，基因虽然十分稳定，但在一定的条件下也可能由于脱氧核糖核酸分子的变化，从原来的基因变成了另一种基因。于是，后代也就出现了其祖先从未有过的新性状。

遗传病是指由遗传物质发生改变而引起的或者是由致病基因所控制的疾病。

对生物来说，多数基因突变是有害的。例如，镰刀型细胞贫血症的病人，他们的红细胞由正常的圆饼状变成镰刀型，导致红细胞不能顺利通过毛细血管，造成贫血（图 2-20）。其发生的原因，是控制血红蛋白分子合成的基因结构发生了改变，导致血红蛋白分子结构发生改变。也有的基因突变不会对生物造成太大的影响，例如动物的白化现象也是基因突变引起的。控制皮肤黑色素合成的基因发生了突变，动物皮肤由于缺乏黑色素而白化。

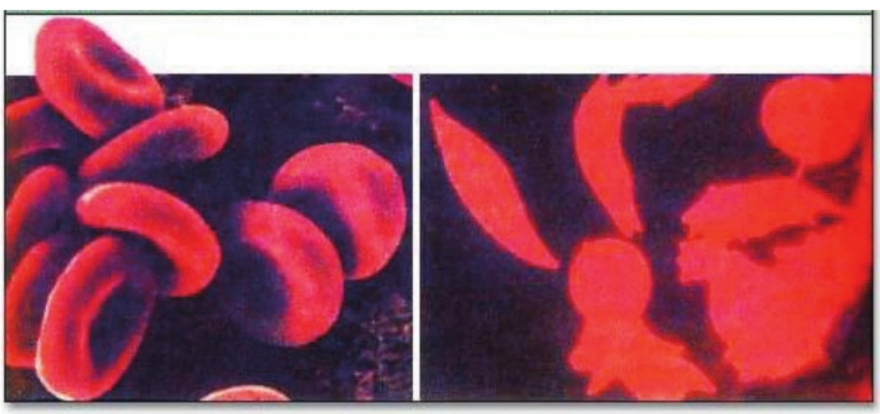


图2-20　镰刀型细胞贫血症病人的红细胞变成镰刀状

人类的基因突变有些是自然发生的，有些是环境因素诱发的。一些诱变剂会提高基因的突变率，例如 X 射线、激光、紫外线、放射性元素（如镭、铀）放出的射线等物理因素，亚硝酸盐、黄曲霉素等化学因素，某些病毒和细菌等生物因素。因此，我们应尽量避免接触这些诱变因素，以防体内细胞发生病变。

2.3.2 可遗传变异的作用

在自然界，每种生物都可能发生变异。有的变异有利于生物的生存，有的变异不利于生物的生存。例如，小麦的抗倒伏、抗锈病的变异有利于它的生存，叫做有利变异；而玉米的白化苗则因为缺乏叶绿素而不利于生存，叫做不利变异。

生物在生殖过程中，不断地产生各种有利变异，这对于物种的生存和繁衍具有非常重要的意义。我们知道，地球上的环境是复杂多样、不断变化的。生物如果不能产生变异，就不能适应不断变化的环境。如果没有能遗传的变异，就不会产生新的生物类型，就没有地球上生物物种的多样性。由此可见，变异为物种多样性的形成提供了一个基本条件。

想一想

1. 角质喙是鸟类的啄食器官，图2-21 中，啄木鸟的喙发生了怎样的变异？
2. 这种变异是由于基因突变引起的，它对啄木鸟这一物种的生存和繁衍有什么好处？

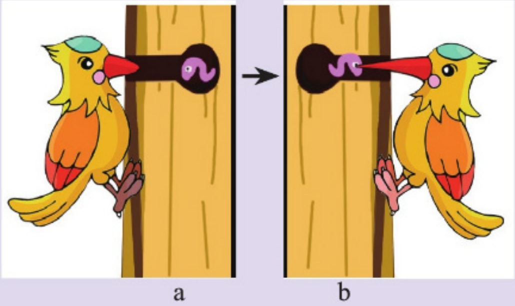


图2-21 啄木鸟喙的变异

人们在农业生产中广泛利用各种有利变异。例如，牛群中可能出现肉质较佳的牛，也可能出现产奶较多的牛。人们挑选这样的牛进行繁殖，经过不断选育，就能得到肉质好或产奶多的新品种（图 2-22）。为了得到优良的新品种，人们还采用射线照射、药物处理、将作物种子送入太空等手段，使种子的遗传物质发生改变。在这些种子发育成的植株或它们的后代中，会出现各种各样的变异。从中选出对人类有益的变异类型进行定向选育，就有可能得到农作物的新品种（图 2-23）。



图2-22 经过高度选育繁殖的乳牛



图2-23 利用太空育种育成的农产品

2.3.3 转基因技术

转基因技术（transgenic technology）是指运用科学手段从某种生物中提取所需要的基因，将其转入另一种生物中，使它与这种生物的基因进行重组，从而改变其遗传特性。转基因技术是人们通常说的“遗传工程”和“基因工程”的核心技术，利用它可以改变生物的遗传性状，培育新品种；也可以利用其他生物体培育出人们所期望的生物制品，用于医药、食品等方面。

通过转基因技术制造的作物如转基因大豆、转基因水稻等，有许多优良性状。例如，转基因大豆可以抵抗除草剂，从而避免与杂草一起被除草剂杀死，这样就大大降低了农田除草的成本。不过，对转基因食品（GM food）在环境和健康方面可能产生的影响，目前存在争议。赞同的人认为它能提高我们的生活水平，反对的人则认为其安全性未确定，从长远看可能会对人的健康和环境产生影响。

活动3

分组收集关于转基因食品可能对环境和人类健康产生影响的资料，并根据资料对转基因食品的利弊展开讨论。

小档案

遗传工程和基因工程药物

遗传工程有广义和狭义之分。广义的遗传工程包括细胞水平上的遗传操作（细胞工程）和分子水平上的遗传操作（基因工程）；狭义的遗传工程就是指基因工程（genetic engineering）。目前，基因工程药物已经在临床医学上使用。

1974 年，科恩（Cohen）将金黄色葡萄球菌质粒上的抗青霉素基因转到大

肠杆菌体内，揭开了转基因技术应用的序幕。1982 年，美国 Lilly 公司首先实现利用大肠杆菌生产重组胰岛素，标志着世界第一个基因工程药物的诞生。

基因工程药物的生产过程如下：先确定对某种疾病有预防和治疗作用的蛋白质，然后将控制该蛋白质合成的基因提取出来，经过一系列操作，最后将该基因放入可以大量生产的受体细胞中去。这些受体细胞包括细菌、酵母菌、动物或动物细胞、植物或植物细胞。在受体细胞不断繁殖的过程中，就生产了能够预防和治疗这些疾病的蛋白质，即基因疫苗或药物。

干扰素（interferon，简称 IFN）是基因工程药物对人类的一大贡献。抗生素发明后一个时期里，在各种会引起人体生病的微生物中，只有病毒没有特效药。然而，科学家发现人或动物受到某种病毒感染时，体内会产生一种物质，它能阻止或干扰人体再次受到病毒感染，故人们把此种物质称为干扰素。但是，通常情况下人体内干扰素基因处于“睡眠”状态，因而血中一般测不到干扰素。只有在发生病毒感染或受到干扰素诱导物的诱导时，人体内的干扰素基因才会“苏醒”，开始产生干扰素，但其数量微乎其微。即使经过诱导，从人血中提取 1 mg 干扰素，需要人血 8000 mL，其成本高得惊人。据计算：要获取 1 磅（453 g）纯干扰素，其成本高达 200 亿美元。高昂的价格使大多数病人没有使用干扰素的能力。1980 年后，干扰素采用基因工程技术进行生产，现在要获取 1 磅纯干扰素，其成本不到 1 亿美元。

随着基因工程技术的进展，基因工程药物还在不断增加。

2.3.4　生命的统一性

自然界的生物种类十分繁多，千差万别，但它们都具有一些共同的特征，表现出生命的统一性，这在遗传物质上表现得特别明显。研究证明，从化学成分的角度看，生物的遗传物质都属于同一类大分子化合物。此外，各种生物体都由细胞构成，细胞是生物体结构和功能的基本单位。研究还发现，生物体含有天然元素中的三十多种，其中碳、氢、氧、氮是所有生物体内的基本元素，它们占了生物体内元素总量的 90% 以上；不存在特殊的“生命元素”。进一步的研究发现，在所有生物体内，组成各种生命结构及完成各种生理功能的主要物质都是蛋白质。例如，生物体内发生的物质变化和能量转化都需要酶的催化，而大多数的酶都是蛋白质。还有，生物体的内部都在不断进行物质和能量的转化，而且都能与外界环境不断进行物质和能量的交换。典型例子如光合作用制造有机物，同时储存能量；呼吸作用分解有机物，同时释放能量。这些事例告诉我们，生物在具有多样性的同时，还具有统一性。

想一想

你知道生命的统一性还表现在哪些地方吗？

本章提要

1. 每种生物所繁殖的新个体，在形态结构、生理机能等方面，都和自己的亲代相似，这种现象称为遗传。
2. 同一物种的不同生物个体之间，细胞中染色体的数量和形态几乎完全相同；不同物种的生物个体之间，细胞中染色体的数量和形态存在明显差异。
3. 真核生物的体细胞通过有丝分裂形成子细胞，子细胞和母细胞的染色体的数目和形态都保持不变。
4. 真核生物通过减数分裂产生生殖细胞，生殖细胞中的染色体数目，比体细胞中的减少了一半。
5. 雌雄生殖细胞通过受精作用结合形成受精卵，受精卵中一半染色体来自父亲，另一半来自母亲。
6. 人类的性别是由性染色体决定的，男性性染色体为XY，女性为XX。
7. 每条染色体只含有一个脱氧核糖核酸分子；基因是脱氧核糖核酸分子上起遗传作用的片段，每个脱氧核糖核酸分子上可以有多个基因。
8. 基因指导蛋白质的合成，进而控制生物体的性状特征。
9. 遗传学上把同一物种内不同个体之间的差异，叫做变异。
10. 自然界中生物的变异按其遗传特性可以分为两大类：不可遗传变异与可遗传变异。
11. 可遗传变异由遗传物质的改变所致，所以能够遗传。例如，染色体数目的改变和基因突变引起的变异都可以遗传。可遗传变异可以使生物产生新的性状，也可以产生新的生物类型。
12. 基因突变指脱氧核糖核酸分子上的一些位点发生了改变，于是新的突变基因取代了原有的基因，后代也就出现了其祖先从未有过的新性状。
13. 转基因技术是指运用科学手段从某种生物中提取所需要的基因，将其转入另一种生物中，使两种生物的基因进行重组，从而改变其遗传特性。

14. 利用转基因技术可以改变生物的遗传性状，培育新品种；也可以利用其他生物体培育出人们所期望的生物制品，用于医药、食品等方面。
15. 对转基因食品在环境和健康方面可能产生的影响，目前存在争议。

练 习 题

一、选择题

1. 显微观察发现，一个人的某种细胞中只有 23 条染色体，可以肯定这是（　　）。

   A. 癌细胞　　B. 红细胞　　C. 白细胞　　D. 生殖细胞

2. 一对父母生了 5 个女儿，她们体细胞中的两条 X 染色体一定（　　）。

   A. 分别来自父亲和母亲
   B. 由女儿体细胞中的一条 X 染色体复制而来
   C. 都来自母亲
   D. 由女儿的体细胞通过减数分裂产生

3. 以下关于脱氧核糖核酸的描述，不正确的是（　　）。

   A. 它的相对分子质量很大
   B. 它的分子形成双螺旋结构
   C. 基因是脱氧核糖核酸分子上起遗传作用的片段
   D. 每个脱氧核糖核酸分子上只有一个基因

4. 从分子水平看，基因突变是（　　）。

   A. 染色体上的某个位点发生改变
   B. 新的突变基因取代了原有基因
   C. 脱氧核糖核酸分子上的一些位点发生改变
   D. 基因控制的性状发生了改变

二、简答题

1. 在染色体排序图上，常把人的 46 条染色体排成 23 对，这样做的科学依据是什么？

2. 玉米、水稻和马的体细胞中的染色体数分别是 20 条、24 条和 64 条，它们产生的精子和卵细胞中的染色体数目分别是多少？

3. 什么是基因？它是怎样控制遗传性状的？

4. 猫和狗的性状存在许多差异，这属于变异吗？为什么？

5. “人的镰刀形细胞贫血症和白化都是由基因突变引起的，所以生物的基因突变都是有害的。”你认为这句话正确吗？为什么？

第一单元

生命的多样性和统一性



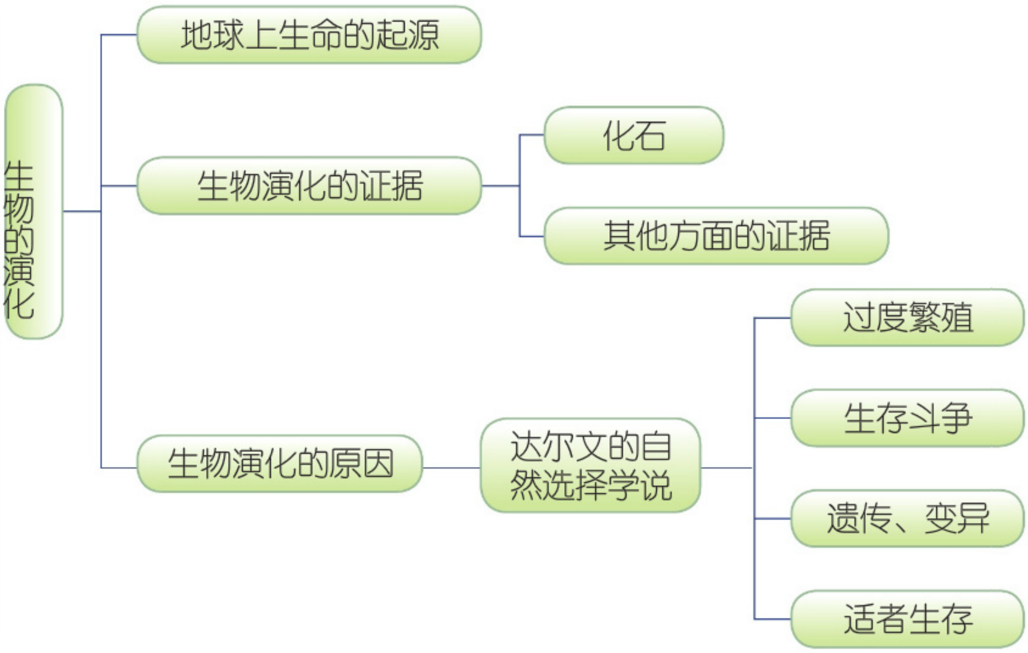
第3章 生物的演化

学习目标

1. 认识生物演化。
2. 理解生物演化的概念。
3. 知道化石是演化的证据。
4. 知道达尔文的自然选择学说。



本章概念图


生物的演化
地球上生命的起源
生物演化的证据
化石
其他方面的证据
生物演化的原因
达尔文的自然选择学说
过度繁殖
生存斗争
遗传、变异
适者生存

3.1 地球上生命的起源

科学家们运用多种方法测定发现，地球大约是在46亿年前形成的。早期的地球是一个炽热的星球，温度很高，不可能有生命存在。那么，地球上的生命是从哪里来的呢？

在古代，有人相信神创论，认为生命是由神创造的；又有人提出生物是由非生命物质自然产生的。前一种观点由于无法用事实证明而在科学上被否定。持后一种观点的人试图用一些生活经验来证明，如古代中国有人根据萤火虫生活在杂草里、腐败的肉中常有蛆这样的事实，推测“腐草化萤”、“腐肉生蛆”。然而，生物是由非生命物质自然产生的观点，后来也被科学家用实验否定了。

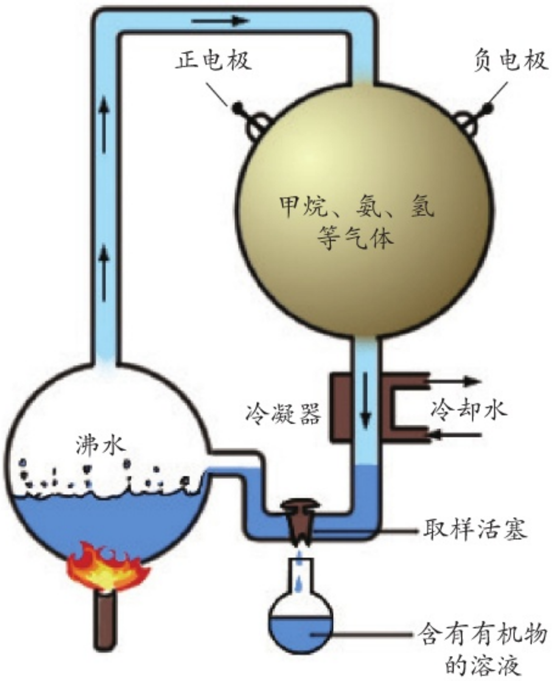


图3-1 米勒设计的实验装置

进入20世纪后，有科学家提出了化学起源假说。这一假说认为，地球上的生命是在地球温度逐步下降以后，在极其漫长的时间里，由非生命物质经过极其复杂的化学过程逐步演化而成的。1953年，美国芝加哥大学的研究生米勒（Stanley Lloyd Miller，1930—2007）在其导师尤利（Harold Clayton Urey，1893—1982）指导下，完成了一个模拟实验（图3-1）。他的实验假设是：在生命起源之初的原始大气中只有甲烷、氢气、氨气和水蒸气，没有氧气。因此他把这些气体泵入一个密闭的装置内进行火花放电（模拟闪电），一段时间后发现其中产生了一些氨基酸。氨基酸是组成蛋白质的基本单元，而蛋白质是生命存在的形式，因此他认为这个实验证明了原始生命物质是通过化学变化起源的。后来，科学家用同样的模拟实验证明，构成生物体的所有20种氨基酸以及其他一些有机酸和尿素等，均可在原始地球条件下经多种途径产生。但也有人对这种模拟实验提出质疑，例如所使用的能量大小，不同气体的配合等。而且虽然都产生了氨基酸、糖类等物质，但仍不能证明这就是生命的起源。因为这些原始生命物质不等于原始生命，而且除原始大气中没有氧气已经在科学上得到证明外，米勒他们所假设的气体不

能被证明就是原始大气的成分，所以得到的结果是不确定的。

1959 年 9 月，人们在落到澳大利亚的一颗陨石中发现了并非来自地球的氨基酸。另外，天文学家在星际空间中也发现了数十种有机物。由此，有科学家提出，地球上的生命来自宇宙中的其他星球。

有机物是生命起源的基础。科学家的实验证明，早期地球确实有可能发生了无机物转变为有机物的化学演化过程；陨石中有机物的发现说明原始生命物质也有可能来自外星球。而且，由于当时的原始大气中没有氧气，所以这些简单的有机物有可能在原始海洋中积累。但是，如何由它们形成更大、更复杂的分子，如何形成组成生物体的基本物质蛋白质和作为遗传物质的核酸等大分子物质，又如何形成细胞结构显示出生命现象，这些过程目前科学家都还不清楚。因此，现在有关生命起源的探索还在不懈地进行。不过，许多科学家相信，在原始海洋里，在一定条件下，蛋白质和核酸等物质长期积累，经过浓缩、凝聚等作用，可以形成由多种分子组成的体系。这个体系的外面有一层膜将其内部与海水隔开，再经历漫长、复杂的演化，大约在地球诞生后 10 亿年，形成了原始生命。从此，生物演化就在地球上开始了。

3.2 生物演化的证据

自然界的各种生物是从哪里来的？这个问题与生命如何起源一样，很早就引起了人们的关注，并有着各种不同的解释。例如，有人认为各种生物都是由神创造的；也有人认为现存的生物是在原始生命诞生以后，在长达数十亿年的漫长年代里通过演化而形成的。1859 年，达尔文发表了著作《物种起源》(*The Origin of Species*)，在书中提出了生物演化论(theory of evolution)。他用大量的科学事实证明了生物是由简单到复杂、由水生到陆生不断演化的。

3.2.1 化 石

生物演化的证据很多，其中化石是非常重要的一种。化石(fossil)是在地层中保留下来的古代生物的遗体、遗物和遗迹。常见的化石有动物的骨骼(图 3-2)、牙齿、蛋(图 3-3)、贝壳、植物的茎叶(图 3-4)、动物留下的足印(图 3-5)等等。



图3-2 始祖鸟化石


图3-3 恐龙蛋化石


图3-4 植物化石


图3-5 动物的足印化石

小档案

化石是怎样形成的

任何化石的形成，都是一件十分稀罕的事，需要诸多条件。图 3-6 所示是一个动物化石形成过程的例子。

1. 动物死后落入水底。
2. 尸体上的肌肉腐烂后剩下骨骼，水带来的泥土和沙子掩埋了这些骨骼。
3. 水渗透进骨中，水中的无机盐沉淀在里面，经过漫长的地质作用，形成了化石。沙或泥土继续堆积，慢慢地形成沉积岩（一般需要几百万年），如石灰岩等。化石就保存在岩石中。
4. 某些岩石层在地壳变化时露出水面，在风和水的长期侵蚀下，露出了化石。

植物化石的形成过程与上述动物化石的形成过程类似。


1. 动物死亡。


2. 动物骨骼被泥沙覆盖。


3. 无机盐沉淀在骨中，形成的化石保存在岩石里。

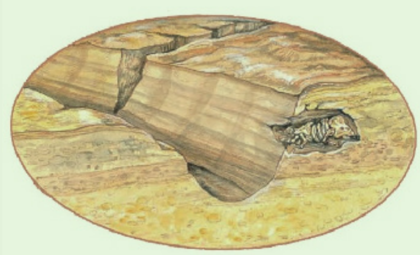

4. 化石逐渐露出。

图3-6 化石的形成

3.2.2 化石告诉我们什么

化石为生物的演化提供了最直接的证据。

首先，化石证明了物种是发展变化的。

读图

比较图 3–7 中的五匹化石马的体型和前肢骨骼示意图，回答下列问题。

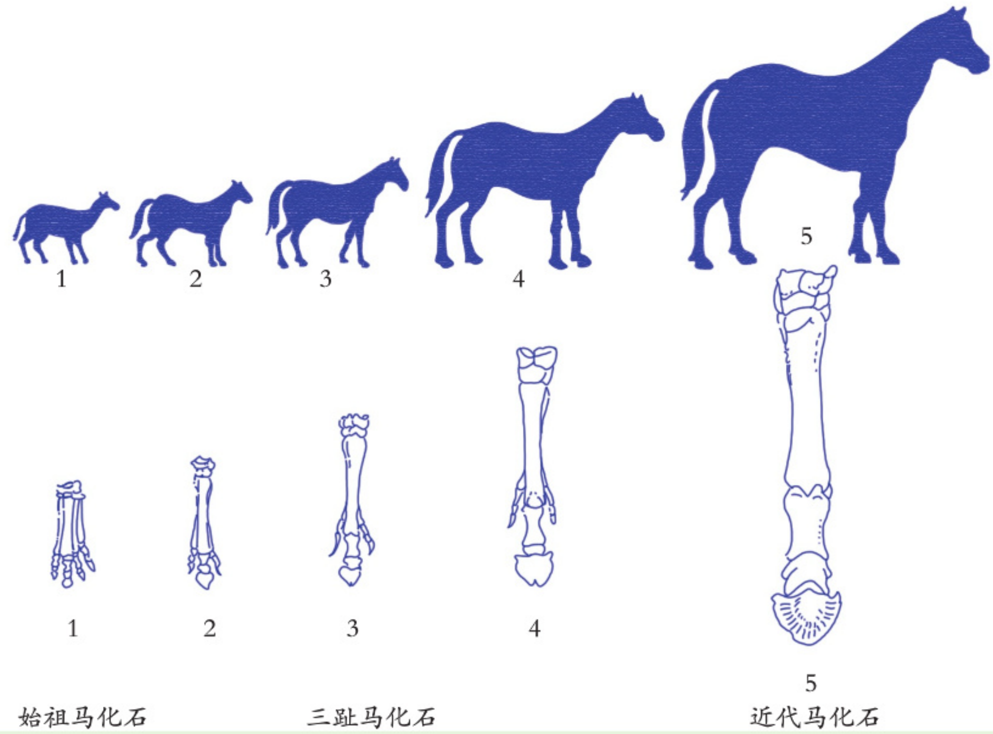


图3–7 在地层里发现的马化石示意图（年代从早到晚）

1. 将一系列年代不同的马化石进行比较后可以发现：随着时间的推移，马的体型在逐渐 ________，前肢由 ________ 趾变为 ________ 趾。
2. 根据如图 3–7 所示的体形和前肢骨骼特征，你能描述始祖马和近代马的生活环境吗？

迄今发现的最早的马的化石，其身体只有狐狸那么大，前肢4趾，后肢3趾，称为始祖马。稍迟一些的地层中发现的马的化石，前后肢都是3趾，体型处于始祖马和现代马之间。现代野马在温带草原上生活，体型高大，足上只有一个趾，趾端有坚硬的蹄。如果仔细观察，在现代马的趾骨上还留有其他两趾的残迹。这些事实证明，现代马是由古代始祖马演变而来的。当古代某一时期气候逐渐变得干燥时，大片森林成为草原，原先生活在森林灌木丛中的

始祖马，在草原上就难以藏身了。这时，只有跑得快的马才能适应环境的变化，获取更多食物和躲避敌害。在演化的过程中，马的体型逐渐增大，足由多趾发展成单趾并具有蹄，从而适应在坚硬的地面上快速奔跑。

其次，化石证明，在地球上曾经生活过的许多生物，在漫长的地质年代里绝灭了。例如，在世界上许多地方都发现了恐龙化石。恐龙（dinosaur）是生活在大约 6500 万年至 2 亿年前的陆栖脊椎动物，它的种类很多，截至 2008 年已经发现了 1047 种。其中有的属于草食性动物，也有的属于肉食性、杂食性动物。有些恐龙以双足行走或四足行走，也有的可以在双足和四足间自由转换。许多恐龙具有很大的体型，如巨型禄丰龙化石，在中国云南禄丰县距今约 2 亿零 5 百万 ~1 亿 9 千万年前的地层中被发现。它体长 5~6 m，高约 2 m，是一种植食性恐龙（图 3-8）。



巨型禄丰龙的化石复原图



巨型禄丰龙的生活场景复原图

图3-8　巨型禄丰龙化石

想一想

像恐龙这样曾经兴旺发达过的生物为什么会灭绝呢？

第三，对化石的系统整理和研究发现，早期的动植物都生活在水里，以后才出现陆生植物和陆生动物。而且，在年代越早的地层里，成为化石的生物身体结构越简单、越原始；在年代越晚的地层里，新出现的成为化石的生物身体结构越复杂。这就说明，生物是沿着从水生到陆生、从简单到复杂的方向发展的。这种发展变化，我们称之为生物的演化（evolution）。

第四，化石证明，现代生物都是由古代生物演化而来的，因此在现代生物之间存在着亲缘关系。例如，科学家认为，处于爬行类与鸟类过渡类型的始祖鸟化石（图 3-2），就证明了现代鸟类和现代爬行类都是从古代爬行类动物演化而来的，它们之间存在着亲缘关系。

为了更科学地对物种进行分类以及重现物种的演化过程，科学家需要确

定现代生物间的亲缘关系。过去，科学家都是通过观察化石生物的形态结构特征来推测生物间的亲缘关系的。随着科学的迅猛发展，现在科学家已开始通过比较生物的脱氧核糖核酸和蛋白质的差异，来推测其相互间的亲缘关系。

对生物的演化，科学家还从比较解剖学、胚胎学、生物化学等方面提出了许多证据。因此，关于生物演化的观点现在已被人们普遍接受。

3.3　生物演化的原因

生物为什么能不断演化呢？达尔文在《物种起源》一书中，用自然选择学说（theory of nature selection）解释了物种演化的原因，他的理论后来被人们普遍接受。

3.3.1　生物演化的原因是自然选择

1831—1836 年，达尔文乘坐贝格尔号舰进行了历时 5 年的环球航行，对动植物和地质结构等进行了大量的观察和标本采集，形成了生物在不断演化的观点。众所周知，野生动植物演化成饲养动物和栽培植物，是人类根据自己的需要进行长期选择的结果。那么，自然界生物在演化的过程中，是什么在起选择作用呢？达尔文经过很长时间的研究，到 1859 年提出了自然选择学说，认为是自然在起选择作用。这个观点现在已得到科学事实的确证。例如，18 世纪英国的曼彻斯特地区山清水秀、绿树成荫，那里的森林里生活着一种桦尺蠖。其成虫是一种飞蛾，它们在夜间活动，白天栖息在树干上。1850 年考察发现，大多数桦尺蠖成虫体色呈灰色，少数呈黑色，黑色是灰色的突变类型。100 年后的 1950 年，又有生物学家来这里考察，发现黑色的桦尺蠖变成了常见类型，灰色的桦尺蠖却成了少数。这种演化是什么原因引起的呢？原来，19 世纪后半叶，曼彻斯特变成了一个工业城市。随着工业化的发展，煤烟把灰色的树干熏成了黑色。这时，灰色类型的桦尺蠖在黑色树干上易被鸟类捕食；而黑色类型则因煤烟的掩护（图 3-9）免遭鸟类捕食，得以生存和发展。也就是说，桦尺蠖的两种体色比例变化是自然选择的结果。



图3-9　煤烟污染区树干上的桦尺蠖

科学家小故事

达尔文

查尔斯·罗伯特·达尔文（Charles Robert Darwin，1809—1882）是英国博物学家，生物演化论的奠基人。1831年从剑桥大学毕业后，他以博物学家的身份，参加了英国政府派遣的环球航行，做了五年的科学考察，观察了大量的动植物和地质结构，并采集了许多标本。回到英格兰后，他经过综合探讨，形成了生物演化的概念。但对于生物演化的原因并未明了。通过对饲养动物和栽培植物的研究，达尔文发现它们都是长期人工选择的结果。例如，现在各个品种的鸡，都是人类对原鸡出现的变异，根据自己的需要进行长期选择的结果。通过与人工选择的类比，达尔文意识到在自然界也存在选择，自然条件是生物演化中的“选择者”，他称之为自然选择，并用自然选择学说解释了生物演化的原因。然而，他对发表研究结果抱着极其谨慎的态度。1842年，他开始撰写一份大纲，后将它扩展至数篇文章。1858年，当达尔文还埋头于自己的宏篇巨著时，他收到了一位在马来群岛工作的英国博物学家华莱士（Alfred Russel Wallace，1823—1913）的来信。华莱士通过创造性顿悟，想到生物是在不断演化的，演化的原因是自然选择，然后匆匆写成一篇有关这个选题的论文，寄给了达尔文。在好友的鼓动下，达尔文决定把华莱士的文章和他自己的一部分论文呈交专业委员会。1859年，《物种起源》一书问世，初版1250册当天即销售一空。以后达尔文费了二十年的时间继续搜集资料，以充实他的物种通过自然选择演化的学说并阐述其后果和意义。达尔文生物演化论在生物学的历史上具有划时代的意义。除了生物学外，他的理论对人类学、心理学、哲学的发展都有不容忽视的影响。

3.3.2 自然选择学说的内容

自然选择的过程是怎样进行的呢？达尔文发现，地球上的各种生物普遍具有很强的繁殖能力，能够产生大量的后代。例如，象是一种繁殖很慢的动物，但是如果每一头雌象一生（30—90岁）产仔6头，每头活到100岁，而且都能进行繁殖的话，那么到750年以后，一对象的后代就可达到1900万头。这种现象，达尔文称之为过度繁殖。然而，事实上每种生物的后代能够生存下来的却不多。因为生物赖以生存的食物和空间都是有限的，任何生物要生存下去，就得为获取足够的食物和空间而进行生存斗争。例如，同一片树林里的树木必须争夺阳光、水分和营养物质，食性相同的动物必须争夺食物，食肉动物与食草动物之间时刻在进行捕食和反捕食的斗争，等等。在生存斗争的过程中，特别是在环境条件变化时，必然有一部分生物个体会被淘汰。哪

些个体会被淘汰呢？达尔文认为，生物都具有遗传和变异的特性，只有那些具有有利变异的个体，在生存斗争中才容易生存下来并繁殖后代。如果这种变异是可以遗传的，它就能把这些有利变异遗传给下一代，而具有不利变异的个体则会被淘汰。就是说，在生存斗争中，适者生存、不适者被淘汰。

过度繁殖、生存斗争、遗传和变异、适者生存，这就是达尔文自然选择学说的主要观点。

活动 1

图 3–10 显示古代的长颈鹿是怎样演化成现代长颈鹿的，仔细观察并根据达尔文的自然选择学说回答下列问题。

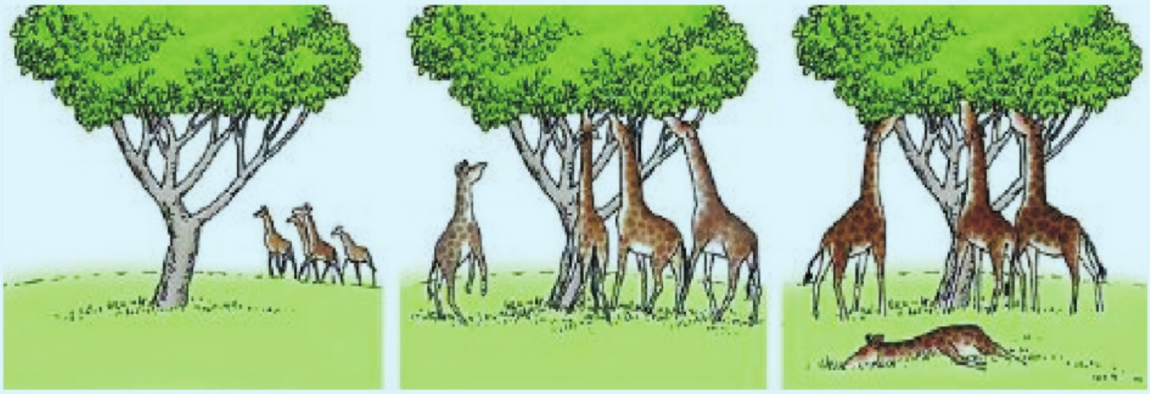


图3–10　长颈鹿的演化

1. 相对于树木来说，古代长颈鹿的数量太多了，说明在古代长颈鹿中存在 ____________________ 的现象。
2. 图中的长颈鹿为了得到 __________，会进行 __________________。
3. 古代长颈鹿的颈有长有短，说明它们中存在着变异，其中具有比较长的颈属于 __________，因为这样的长颈鹿容易得到 __________。
4. 我们现在看到的长颈鹿都是颈长的，说明颈长的性状得到 __________。从遗传学的角度看，这种变异属于 __________。
5. 图中显示短颈的长颈鹿被 __________。

想一想

啄木鸟靠又长又硬的喙啄开树皮获取食物，你能用自然选择学说解释啄木鸟喙的成因吗？

通过变异、遗传和自然选择，自然界的生物在漫长的岁月里不断演化，现在地球上的物种就是这样形成的。因此，生物物种的多样性是自然选择的结果。由于地球上的生物具有共同的祖先，所以它们又在许多方面表现出统一性。

小档案

综合演化论

20世纪以来，生物演化理论得到进一步发展。在达尔文自然选择学说的基础上，结合生物学其他分支学科的新成就，形成了综合演化理论。达尔文创立的自然选择学说采用的基本上是描述和比较的方法，综合演化论则引进了实验和定量分析，因而它比达尔文的自然选择学说更加严密。综合演化论的主要观点如下：(1)生物演化的基本单位不是生物个体，而是生活在同一地域的这种生物的群体，即种群。(2)基因和染色体等遗传物质的变异是生物演化的基础。(3)自然选择决定演化的方向，生物对环境的适应性是长期自然选择的结果。(4)隔离导致新物种的形成。长期的地理隔离常常使一个种群分化为多个亚种，亚种在各自不同的环境条件下进一步变异，就可能出现生殖隔离，形成新的物种。

本章提要

1. 许多科学家相信，经历漫长而复杂的演化，大约在地球形成以后10亿年，在原始海洋里形成了原始生命。
2. 在地层中保留下来的古代生物的遗体、遗物和遗迹，都称为化石。
3. 化石为生物的演化提供了最直接的证据。首先，化石证明了生物是发展变化的。其次，化石证明，在地球上曾经生活过的许多生物，在漫长的地质年代里绝灭了。第三，对化石的系统整理和研究发现，生物是沿着从水生到陆生、从简单到复杂的方向发展的。这种发展变化，我们称之为生物的演化。第四，化石证明，现代生物都是由古代生物演化而来的，生物之间存在着亲缘关系。
4. 达尔文自然选择学说的主要观点包括过度繁殖、生存斗争、遗传和变异、适者生存。
5. 生物通过变异、遗传和自然选择，在漫长的岁月里不断演化，现在地球上的物种就是这样形成的。

练 习 题

一、选择题

1. 米勒模拟实验的目的是要证明（　　）。
   A. 原始大气中没有氧气　　B. 原始生命物质是化学起源的
   C. 原始生命在海洋中形成　　D. 地球上的生命来自宇宙空间

2. 下列选项中，化石不能证明的是（　　）。
   A. 物种是发展变化的
   B. 地球上的生物之间存在亲缘关系
   C. 地球上曾经有许多物种绝灭
   D. 早期的动植物都生活在原始海洋里

3. 关于生物演化的方向，正确的是（　　）。
   A. 身体结构从简单到复杂　　B. 体型从小到大
   C. 真核生物取代原核生物　　D. 以上三项都对

4. 达尔文用（　　）学说解释了生物演化的原因。
   A. 过度繁殖　B. 生存斗争　C. 自然选择　D. 遗传和变异

二、简答题

1. 你认为在现在的环境条件下，地球上会不会形成原始生命？为什么？

2. 现存生物中，有许多非常简单、原始的生物（如蓝细菌）并没有在演化过程中绝灭，而且分布还很广泛。为什么？

3. 如果人们要使英国曼彻斯特地区的灰色桦尺蠖重新成为常见类型，你认为应该怎样做？

第二单元

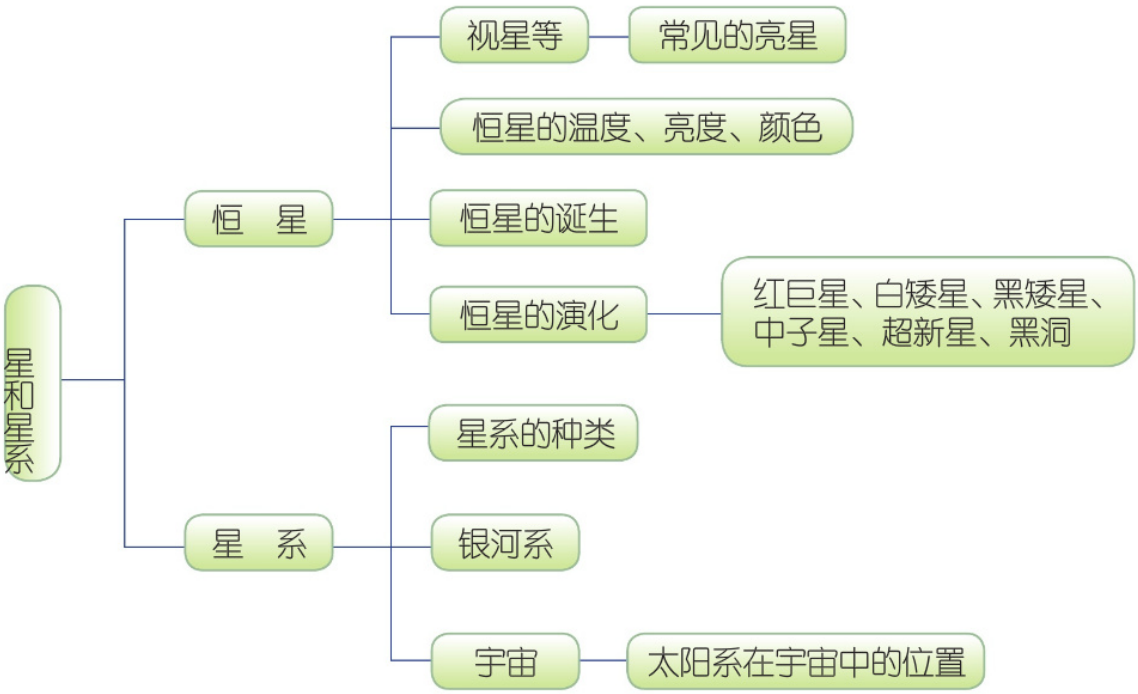
人类认识的宇宙

第4章 星和星系

学习目标

1. 认识夜空中较亮的星。
2. 能比较恒星的温度、颜色、亮度。
3. 能说出星的诞生和死亡过程。
4. 知道宇宙间的万物都不是永恒的。
5. 知道什么是红巨星、白矮星、黑矮星、中子星、超新星、黑洞。
6. 知道什么是星系，能说出星系的种类。
7. 知道什么是银河系。
8. 能说出太阳系在宇宙中所处的位置。
9. 知道什么是宇宙。
10. 能欣赏宇宙所展示的独特、有序、优美与和谐。

本章概念图


星和星系
恒　星
视星等
常见的亮星
恒星的温度、亮度、颜色
恒星的诞生
恒星的演化
红巨星、白矮星、黑矮星、中子星、超新星、黑洞
星　系
星系的种类
银河系
宇宙
太阳系在宇宙中的位置

4.1 星

当你仰望晴朗的夜空时，会看到满天的星星。夜空中除了月亮，星星看上去都是一个个小小的光亮的点。为什么只有在夜晚才能看见这些小小光亮的点而白天看不见呢？

4.1.1 天上的星星

夜空中的星星有的明亮，有的暗淡，其中绝大部分是恒星，少数是行星、卫星、小行星、彗星等。全天肉眼直接可见的星有六千多颗。

光在介质中传播时，部分光偏离原方向而分散传播的现象称为光的散射。

太阳是恒星，月球是地球的卫星，它们离地球很近，所以看上去特别耀眼和明亮。在白天，太阳发出的光一部分被地球大气散射，把天空照得十分明亮，我们就看不见星星发出的光了，这就是白天几乎看不到星星的原因。太阳光被地球大气所散射，也是天空看上去呈蓝色的原因。没有大气的天空（如月球上的天空）是黑漆漆的（图 4-1），即使在白天，也能见到星星。



图4-1　月球上的天空

想一想

在白天，我们可以看到哪些星星？

在地球观测到的星星的明暗程度，天文学上用视星等（apparent magnitude）表示。视星等越小，星星越亮，6 等星是肉眼可见的最暗的星。天狼星是夜空中最亮的恒星，视星等为 −1.44。太阳的视星等是 −26.7。

4.1.2 认识天上的星星

天上的星星密密麻麻，很难数清楚。怎么辨认这满天的星星呢？

早在五千多年前，古巴比伦人为了便于认识星星，把天空中的一些亮星用想象的线连接起来，并赋予神话中的形象，称之为星座。古希腊人把天空

分成 48 个星座，古代中国人把天空划分为“三垣二十八宿”。现代天文学把全天划分为 88 个区域，星座就是指这些天上的区域。在星图里，各个星座都有明确的界线，星座在星空中的位置都会标注在里面。人们为了便于认识星座，就把一些亮星连接起来，并想像出一定的图形，如大熊座（图 4-2）。

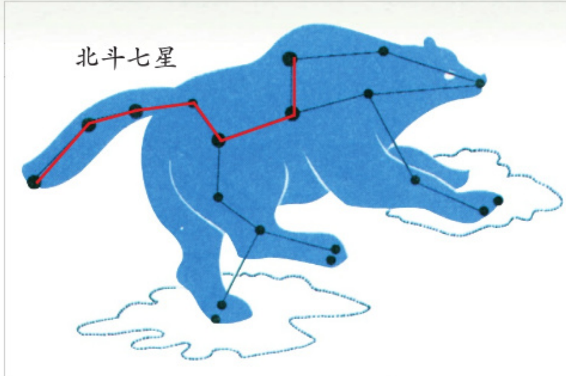


图4-2 大熊座

读图

你认识下面的星星吗？请在星图中找到它们，并说出它们所在的星座。

北天亮星：大角星、织女星、五车二、参宿四、牛郎星、轩辕十四

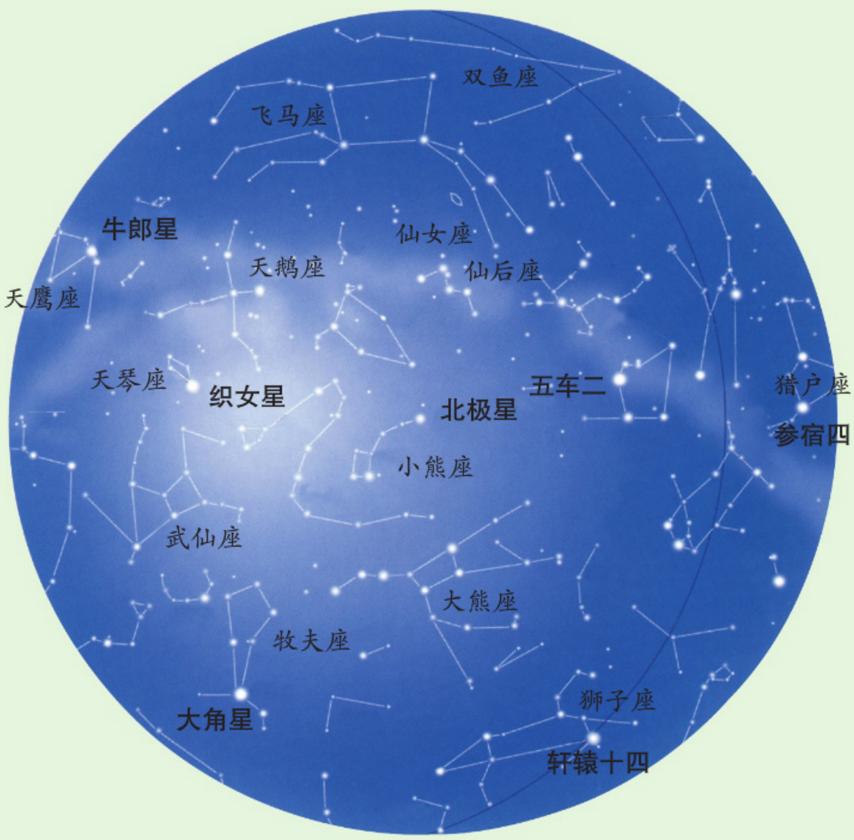


图4-3 北天星空图

南天亮星：天狼星、老人星、南门二、参宿七、角宿一、心宿二

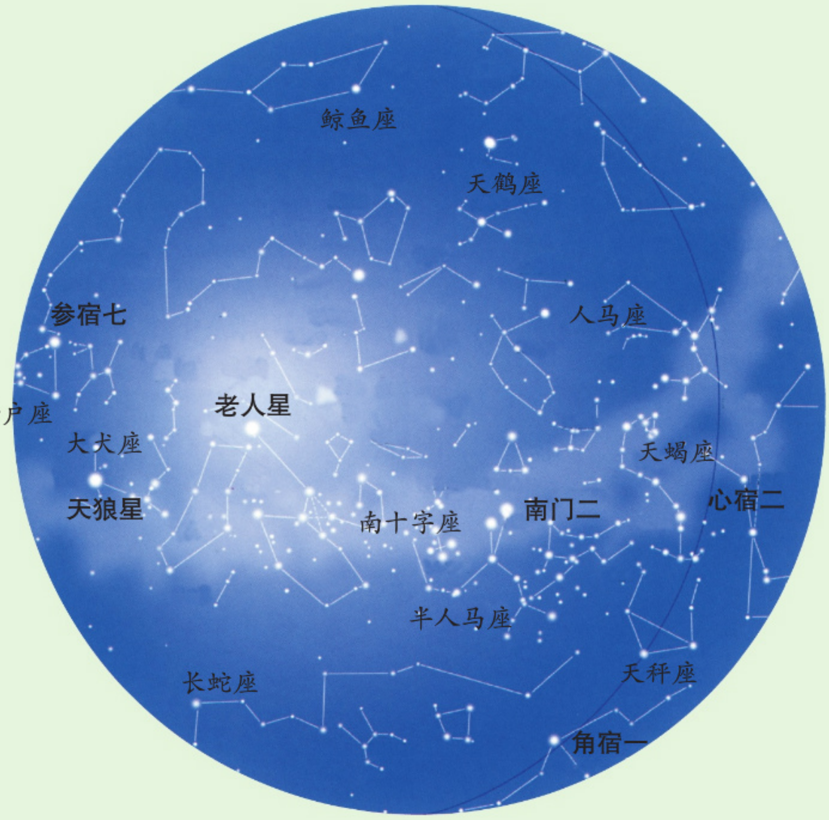


图4–4　南天星空图

想一想

观察图 4–3 及图 4–4，说说星星的明暗程度在星图中的呈现方式。

4.1.3　恒星的亮度、温度和颜色

天上的恒星有明有暗，在地球上观测到的恒星的明暗程度取决于恒星的真实亮度和恒星与地球的距离。一颗本身亮度很高的恒星，如果位于距离地球很遥远的地方，那么它看起来就会比较暗。反之，即使一颗恒星本身亮度不太高（比如太阳），但如果靠近地球，那么它在天空中看起来就会非常明亮。

恒星除了有不同的亮度外，颜色也各不相同。不同颜色的恒星，其表面温度有很大的差异。

活动 1

分析下表中 12 颗恒星的相关信息，说明恒星的颜色和表面温度之间有什么联系。

表4　恒星颜色和表面温度之间的联系

恒　星	颜　色	温　度
太阳（Sun）	黄白色	5200 — 6000 K
大犬座天狼星（Sirius）	淡蓝的白色	7500 — 10000 K
船底座老人星（Canopus）	白色	6000 — 7500 K
牧夫座大角星（Arcturus）	黄橙色	3700 — 5200 K
半人马座南门二（Rigil Kent）	黄白色	5200 — 6000 K
天琴座织女星（Vega）	淡蓝的白色	7500 — 10000 K
御夫座五车二（Capella）	黄橙色	3700 — 5200 K
猎户座参宿七（Rigel）	白蓝色	10000 — 30000 K
猎户座参宿四（Betelgeuse）	橙红色	2400 — 3700 K
天鹰座牛郎星（Altair）	淡蓝的白色	7500 — 10000 K
室女座角宿一（Spica）	白蓝色	10000 — 30000 K
天蝎座心宿二（Antares）	橙红色	2400 — 3700 K

光谱研究发现，恒星的表面颜色与温度、物质组成特性有密切的关系。一般来说，蓝白色和白色恒星的表面温度在 6000—10000 K，组成物质含有离子化及中性的氦；黄白色恒星表面温度在 5200—6000 K，组成物质包含离子化金属及中性金属；黄橙色、橙红色和红色恒星的表面温度最低（低于 5200 K），组成物质包含中性金属或分子（如钛），氢的成分很少。

星光通过天文望远镜和一个玻璃三棱镜后，会色散形成其特有的光谱，其中包含着恒星各种化学及物理特性的信息。

4.2 恒星的演化

天文学家发现，由气体和尘埃组成的星云是恒星诞生的场所。那么，恒星是怎样形成的？太阳等各种恒星诞生后，还会发生变化吗？恒星真的如其名，是永恒不灭的吗？

4.2.1 恒星的诞生

太阳是一颗恒星，通过对太阳系形成的研究，我们可以推断出恒星形成的一般过程。目前，在有关太阳系形成的假说中，“星云说”被不少科学家认同。

18 世纪时，天文学家在对太阳系的研究中，发现许多行星的运动有一些共同特点。仔细观察太阳系的模式图，你也会有所发现。

读图

阅读图 4–5，说明太阳系各行星的公转方向和太阳的自转方向有什么关系。

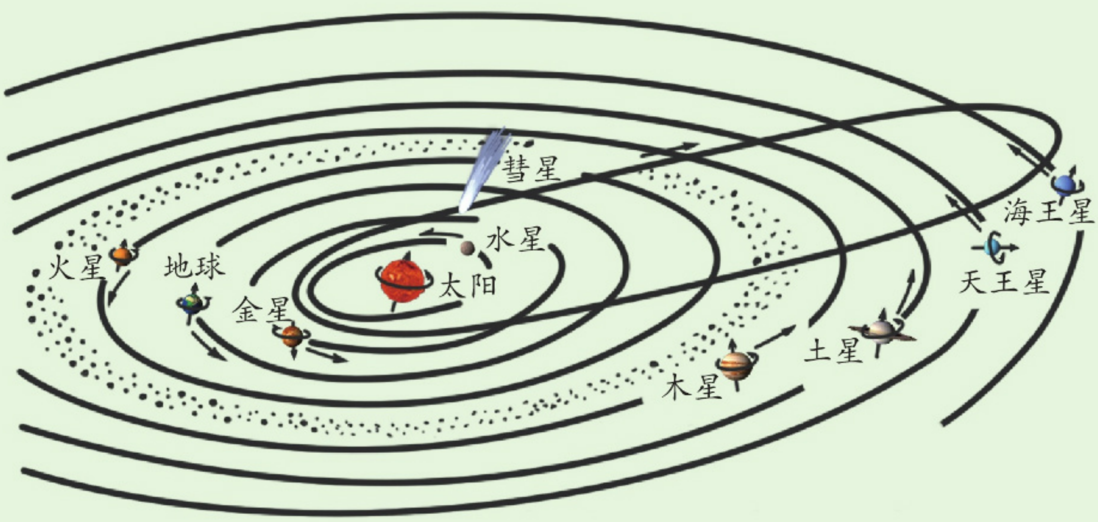


图4–5 太阳系模式图

据科学家测算，太阳系的行星绕日公转的轨道平面大多接近于同一平面。如果这些行星公转的特点与太阳系形成有关，就可以作为推断太阳系形成方式的依据。

18 世纪，德国哲学家康德（Immanuel Kant，1724—1804）和法国数学家

拉普拉斯（Pierre Simon Laplace，1745—1827）通过对行星运动特点和星云的研究，提出了“康德—拉普拉斯星云说（Kant and Laplace nebular hypothesis）”，它在19世纪被普遍接受，20世纪在此基础上形成了现代星云说。该学说认为，太阳系是由一片星云收缩形成的。宇宙中分布着由气体和尘埃物质组成的巨大云雾状天体，称为星云（nebula），它的直径大多可达十几光年，如图4-6。原始的太阳星云是一个扁平的、不断自转的气体尘埃圆盘。星云在引力作用下不断收缩，在圆盘中心聚集了星云绝大部分的质量。随着体积和质量的增加，圆盘中心发生复杂的变化，最终形成原始太阳（如图4-7中的2）。剩余的星云物质进一步收缩，形成地球等行星（如图4-7中的3、4）。



图4-6　星云照片



图4-7　太阳系的诞生

活动 2

把准备好的沙子分成三堆，分别制作太阳系三个形成阶段的模型：

1. 圆盘状星云阶段。
2. 早期太阳形成阶段。
3. 行星形成阶段。

虽然“星云说”能描述太阳系的形成过程，但还有不少现象无法解释。因此，现在有多种关于太阳系的形成的假说，它们都有一定的观测事实作为依据。然而，至今尚未有一种假说被科学界普遍接受。所以这个问题还有待于进一步探索。

4.2.2 恒星演化的过程

在 20 世纪初，科学家就预言太阳和太阳系在经历漫长的演化过程后，最终将走向“死亡”。以后的天文观测和发现逐步证实并完善了恒星演化的理论。

太阳的光和热是靠太阳内部氢元素的原子核等发生核聚变而产生的，也就是说太阳的内部在不断地“燃烧”氢元素的原子核。科学家估计，进入成年阶段的太阳大约可以维持 100 亿年的稳定状态。太阳大约已经存活了 50 亿年，再过 50 亿年，太阳将进入晚年期。

核聚变（fusion）是 2 个质量较轻的原子核（如氢原子核）在一定条件（如高温和高压）下结合成质量较重的新原子核（如氦原子核），同时释放出大量能量的现象。太阳和恒星的能量都来源于它们内部发生的核聚变。

读图

图 4-8 中从 1—6，太阳的形态发生了什么变化？

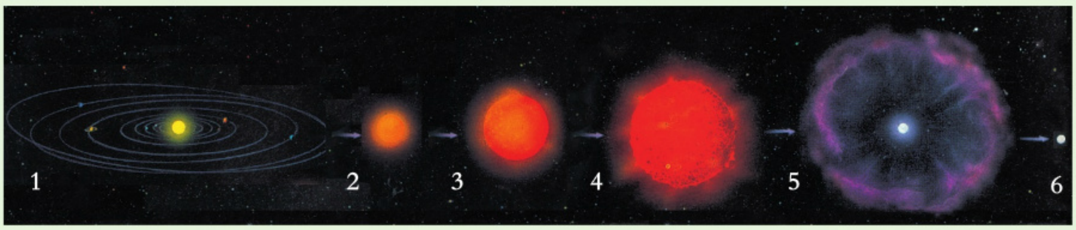


图4-8　太阳的未来

当太阳中心缺少足够的“燃料”维持核反应时，太阳的球核将开始收缩，而太阳外层的“燃料”则继续进行核聚变，星体急剧扩大，同时表面温度急剧下降，变成红色，形成红巨星（red giant）(图 4-9）。红巨星是恒星演化过程中的一个较短的不稳定阶段，预计太阳的红巨星阶段将大约持续 10 亿年时间。在红巨星阶段，恒星的亮度将升高到今天的近 1 万倍。

红巨星不断把外层物质抛向太空，在星体周围形成行星状星云 (planetary nebula)（图 4-10），而球核进一步收缩，形成体积极小、密度很高的白矮星（white dwarf）。白矮星已无法再发生核反应，随着其能量不断向空间散发，最后，它将慢慢成为一颗我们用肉眼看不见的黑矮星。

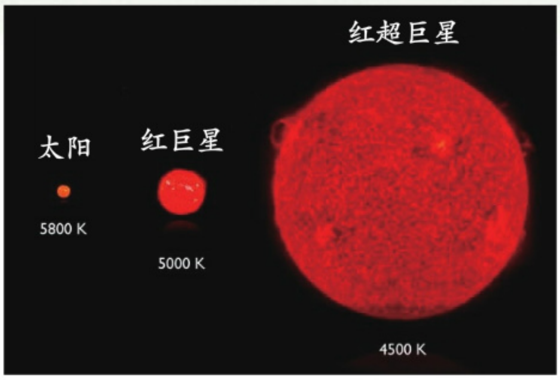


图4-9 红巨星和红超巨星



图4-10 行星状星云

恒星寿命的长短取决于它的质量大小：质量越大，寿命越短；质量越小，寿命越长，如图 4-11 所示。

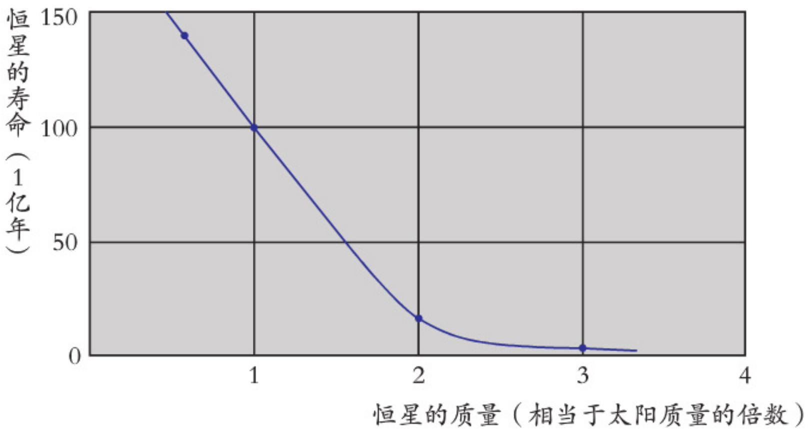


图4-11 恒星质量与寿命的关系图

一般来说，质量比太阳小的恒星，其“燃料”消耗得比太阳慢，它们的寿命可以长达 1000 亿年；而质量比太阳大的恒星寿命短一些，如质量是太阳 15 倍的恒星寿命可能只有 1000 万年左右。

太阳的演化方式并不是恒星演化的唯一方式。按恒星质量的大小，其演化方式有所不同。例如，相当于太阳质量 8 倍以上的大质量恒星在进入晚年后体积会急剧变大，有的半径会达到太阳的约 1000 倍，形成红超巨星（red supergiant）（如图 4-13 中的 A），随后爆发成超新星（supernova）（如图 4-12 和图 4-13 中的 B）。

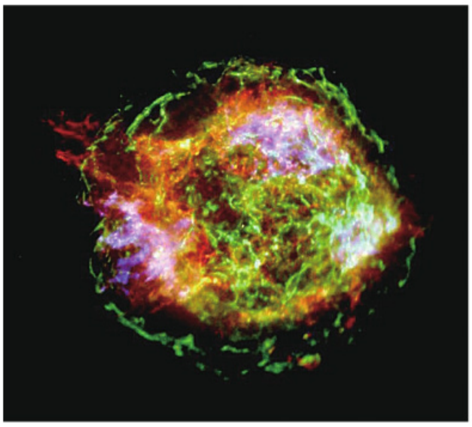


图4-12 超新星爆发

超新星在球核爆炸后会有两种结果。质量稍小的会形成一种体积很小、密度极大

的星核，称为“中子星”(neutron star)(如图 4-13 中的 C_1)；而质量更大的恒星爆炸后将形成黑洞(black hole)(如图 4-13 中的 C_2)。黑洞的密度非常巨大，强大的引力使任何物质、甚至光都无法逃脱它的吸引。

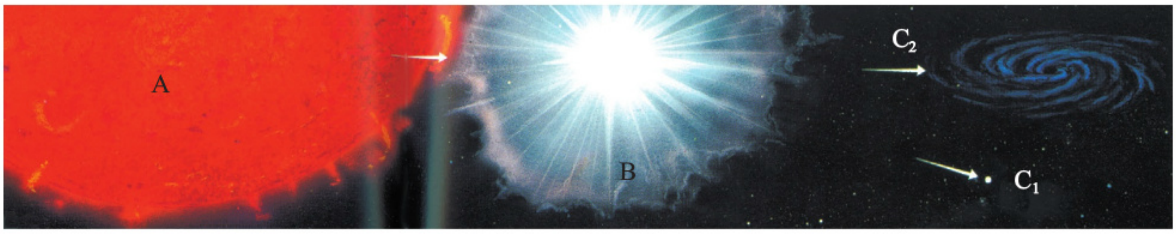


图4-13　大恒星生命的最后阶段

想一想

根据图 4-13，说一说大恒星衰老和消亡的过程与太阳有什么不同。

恒星在演化的最后时刻，都会不断地向四周抛出物质。这些物质自由地在太空中扩散，最后将渐渐孕育出新的恒星星云。

4.3　星　系

太阳的体积、质量非常巨大，但它仅仅是银河系中千亿颗恒星中的一颗。在银河系外面，还有众多像银河系一样的星系，称为河外星系，简称为星系。天文学家估计宇宙中有几千亿个星系。

4.3.1　星系的种类

星系是由无数的恒星、恒星系(恒星及其行星等)、气体和尘埃在引力的束缚下组成的，并且通常会有黑洞隐藏在中心。依据其外观形态，我们基本上可把它们分为椭圆星系、螺旋星系和不规则星系(图 4-14)。椭圆星系一般属于比较年老的星系，只有少量的气体尘埃，年轻的恒星也很少。螺旋星系拥有明显的盘状结构和旋臂，旋臂上的恒星诞生率很高。不规则星系的外观一般是混乱的，没有旋臂结构，也没有椭圆的形态。不规则星系可能曾经是椭圆星系或螺旋星系，但因星系之间发生碰撞，受到引力的作用而破坏变形。







图4–14　星系的种类

4.3.2　银河系

在 6 月至 10 月晴天的夜空中，在远离光害的地区，我们会看到一条从东北向西南横跨天空的云雾状的光带，这就是“银河带”(Milky Way Band)或简称“银河”(Milky Way)(图 4–15)。银河带全年都可以看到，只不过夏季的夜空正好面向银河系的核心，看到的“银河”就比较亮。



图4–15　夜空中的银河带（摄于登嘉楼州）

我们看到的银河是银河系的一部分。银河系是由 1000—4000 亿颗恒星和星团、星云组成的。它的直径约为 10 万光年。

读图

图 4–16 为太阳在银河系中的位置示意图，请根据模型描述银河系的形态，以及太阳系在银河系中的位置。

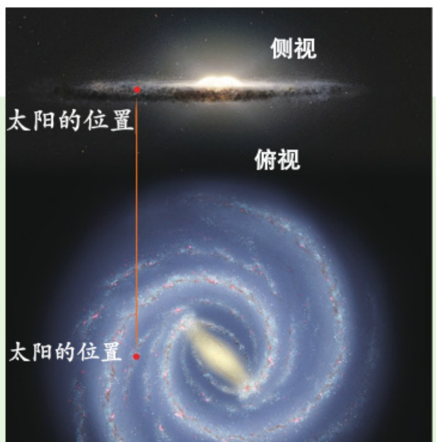


图4–16　太阳在银河系中的位置

银河系的恒星主要集中在一个铁饼状的空间内。中间突出的部分是“核球”，核球的中部是“银核”，四周是“银盘”。银河系是个螺旋星系，拥有一个巨大的盘面,银盘有四个“旋臂”状结构。太阳位于银河系的一个旋臂上，距银河系中心约 2.6 万光年。

4.3.3　天体系统和宇宙

天体的不断运动和天体之间的引力作用，形成了宇宙中不同大小和等级的天体系统，从小的行星系 (planetary system)、恒星系 (star system)、星系 (galaxy)，到最大的总星系 (observable universe)。

地球和月球组成的行星系，称为地月系。在地月系中，地球的体积和质量比较大，是中心天体，月球绕地球运动。行星和它们的卫星形成了类似于地月系的行星系。

太阳系是比地月系高一级的天体系统。它又是银河系的一部分。太阳和众多的恒星系、星云一起绕着银河系的中心“银核”运动。太阳系绕银核一周大约需要 2.5 亿年。

银河系和其他星系共同组成我们可观测到的宇宙 —— 总星系。

活 动 3

欣赏天文摄影照片（图 4–17），说说宇宙所展示的独特、有序、优美与和谐。



图4–17　星空照片

本章提要

1. 夜空中的星星绝大多数是恒星，太阳也是一颗恒星。
2. 视星等越小的星越亮，常见的亮星有天狼星、南门二、轩辕十四、织女星、牛郎星、大角星、参宿七等。
3. 星云中的气体和尘埃在引力作用下向中心聚集，最后形成太阳系中心的太阳。
4. 约50亿年后，太阳将步入晚年期，依次演变成红巨星、白矮星、黑矮星。
5. 大恒星最后将依次演变成红超巨星、超新星、中子星或黑洞。
6. 银河系是由数千亿颗恒星和众多的星云组成的。
7. 星系依据其外观的形态基本上可分为椭圆星系、螺旋星系和不规则星系。
8. 太阳是太阳系的中心天体，八大行星绕太阳公转。太阳系是银河系的一部分，绕银河系中心公转。
9. 宇宙中的天体不断运动，形成了有层次的天体系统和结构。
10. 银河系和其他星系共同组成我们可观测到的宇宙——总星系。

练 习 题

一、选择题

1. 太阳是一颗（　　）。
   A. 卫星　B. 恒星　C. 行星　D. 彗星

2. 天琴座中的亮星是（　　）。
   A. 牛郎星　B. 织女星　C. 大角星　D. 天狼星

3. 太阳最后将变成（　　）。
   A. 黑洞　B. 中子星　C. 黑矮星　D. 超新星

4. 体积质量极大的恒星最后将演变成（　　）。
   A. 红巨星　B. 超新星　C. 白矮星　D. 黑洞

5. 组成银河系的天体主要是（　　）。
   A. 星系　B. 恒星　C. 星云　D. 黑洞

6. 地月系的中心天体是（　　）。
A. 月球　　B. 地球　　C. 太阳　　D. 恒星

二、简答题

1. 简要说明太阳系的形成过程。

2. 步入晚年期后，太阳将如何演变？

3. 质量比太阳大得多的恒星最后将如何演变？

4. 请将地球所处的天体系统与其对应的名称用线连起来。

行星系 ●	● 太阳系
恒星系 ●	● 银河系
星系 ●	● 地月系

第二单元

人类认识的宇宙

第5章 宇宙探秘

学习目标

1. 知道宇宙的膨胀。
2. 能说出天文学的发展历史。
3. 能说出太空探索的发展。
4. 能举例说出科技在太空探索和天文研究上的应用。
5. 能说出需要继续进行太空探索的理由。
6. 理解人类对天文与太空的知识是不断演进的。

本章概念图

- 宇宙探秘
  - 宇宙
    - 宇宙的膨胀
  - 天文学发展史
    - 天文观测
    - 宇宙结构 — 地心说 — 日心说
    - 天体起源和演化——星云说
    - 宇宙起源和演化——大爆炸宇宙论
  - 太空探索
    - 近地空间探索
    - 月球探索
    - 行星探索
  - 太空探索的意义

5.1 宇宙在膨胀

宇宙是自然界所有物质和能量的总和。宇宙是怎么形成的？千百年来，这个问题一直困扰着人们。现代人通过科学观测和研究，对宇宙的起源和发展有了初步的认识。

5.1.1 膨胀的宇宙

20 世纪 10—20 年代，美国天文学家哈勃（Edwin Powell Hubble，1889—1953）等人致力于旋涡星云的测量。1929 年，哈勃发现所有的星系都在远离我们而去；星系间的距离在不断扩大。

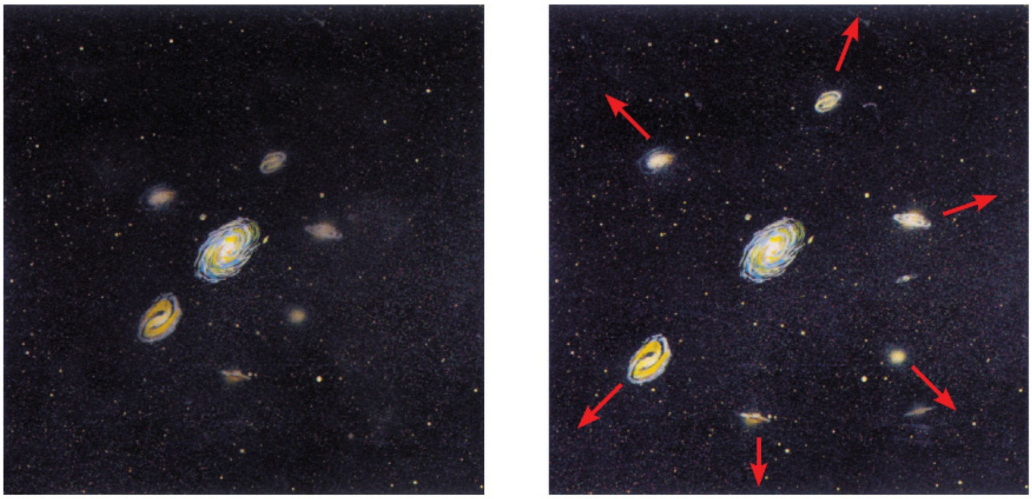


图5-1 星系间的距离在不断扩大的示意图

活动 1

1. 准备一只气球，在其表面画上一些小圆点。
2. 用打气筒持续地向气球充气，使气球不断地胀大，如图 5-2 所示。
3. 观察气球在胀大过程中各个小圆点间距离的变化。



图5-2 膨胀的气球

实验表明，在气球胀大的过程中，对气球表面上任何一个小圆点而言，其他的小圆点都在不断地离它远去。

哈勃的发现告诉我们，星系一直在运动和变化，宇宙在不断地膨胀。

5.1.2 大爆炸宇宙论

基于宇宙处在不断膨胀之中的事实，科学家提出了宇宙形成与发展的大爆炸理论（Big Bang Theory）。大爆炸宇宙论认为，大约 138 亿年前，我们的宇宙处于一种极高温度和极大密度的状态，这种状态被形象地称为“原始火球”。由于发生了大爆炸，物质四散飞出，宇宙就这样诞生了。宇宙诞生后就迅速膨胀，如图 5-3 所示。宇宙膨胀一直延续至今，科学家在 1998 年还发现膨胀速度有加速的迹象。

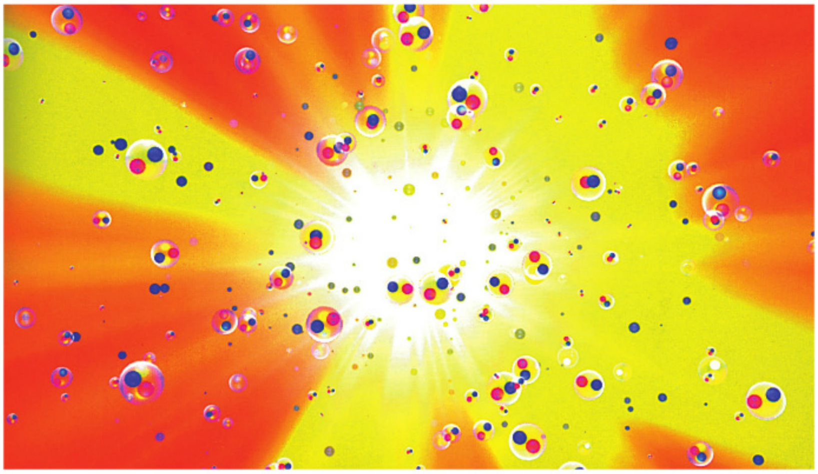


图5-3 大爆炸宇宙模型

宇宙的膨胀有观测事实的支持，又得到众多科学家的理论阐释，因此，大爆炸宇宙论已成为目前被人们广为接受的一种宇宙起源学说。

宇宙的过去和将来究竟是怎么样的？对这个问题，现在还没有一致的看法，许多假设都有待于我们去探索和证实。

5.2 人类对天文学研究的发展历程

从远古到现代，人们一直在不停地探索宇宙的奥秘。随着科学技术的发展，人类对宇宙的认识也越来越深化。

5.2.1 从对天狼星的观测到地心说宇宙模型的构建

在遥远的古代，由于社会生产和生活活动中判断方向、确定时间、制定历法、占星术等的需要，人们开始了天象观测，天文学得以萌生和发展。

尼罗河的定期泛滥决定着古埃及人的播种时间。在四千多年前，古埃及人就发现，每当第一次看到天狼星从日出前的东方升起，就意味着洪水将要来临。随着进一步的观测，他们发现了天狼星出现的周期，并依此制定了历法。在这一时期前后，两河流域的古巴比伦人也发明了历法，并精确观测到了太阳和月亮的运行周期。

约公元前 240 年，古希腊人埃拉托斯特尼 (Eratosthenes, 前 276 — 前 194) 通过对太阳光的观测，用数学方法证明了地球是个球体，并计算出了地球的周长。

中国是世界上天文观测持续时间最长，观测记录最多的国家，古代中国的天文学取得了许多独特的成就。公元 117 年，中国古代天文学家张衡改良了浑天仪（图 5-4），已经能正确显示星空的周日视运动。

一些古希腊人热衷构建宇宙模型，亚里士多德就曾提出了地心说。公元 2 世纪，希腊科学家托勒密（Claudius Ptolemy, 100—170）在亚里士多德等前人对宇宙的认识的基础上，经过几十年的观测，运用数学方法，创立了“地心说”宇宙模型（geocentrism）。

地心说认为，地球处于宇宙中心静止不动，日、月、行星和恒星等所有

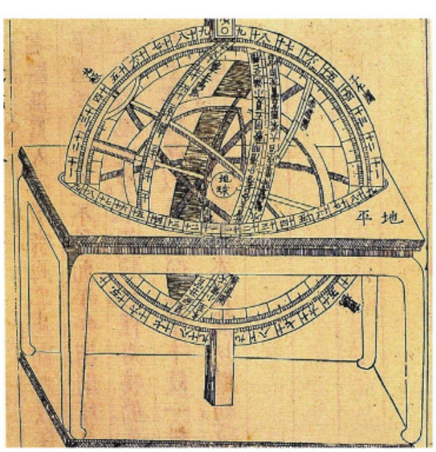


图5-4 浑天仪

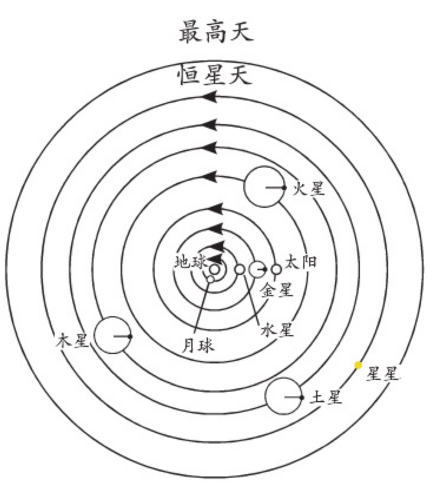


图5-5 地心说宇宙模型

天体都围绕着地球在各自的圆形轨道上绕地球运转，而恒星位于最外面的天球上，它们之间的相对位置保持不变，同时作为一个整体在天空中转动，如图 5-5 所示。由于托勒密的地心说宇宙模型与当时的观测资料符合得相当好，并且与人们的经验相一致，所以在一千多年的时间里一直被广泛接受。

想一想

为什么人们会感觉到太阳是东升西落，而大地是静止不动的呢？

5.2.2 日心说和宇宙爆炸论

近现代天文学的发展是从“日心说”(heliocentrism)的创立开始的。

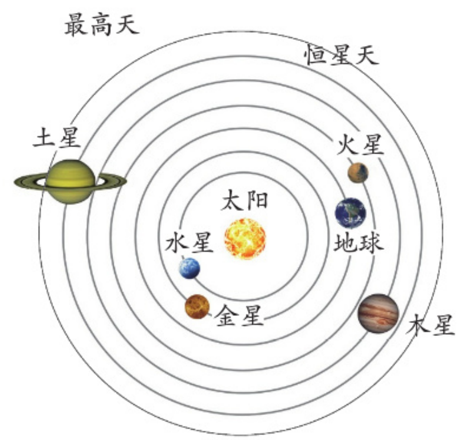


图5-6 日心说宇宙模型

科学家们经过仔细观测，发现行星运行规律与托勒密的宇宙体系并不吻合。16 世纪，波兰天文学家哥白尼用自制的简陋仪器经过 20 年的天文观测，发现托勒密的地心说不仅复杂混乱，而且漏洞百出。经过研究，他逐渐认识到只要把地球从宇宙的中心移开，把太阳放到宇宙的中心，一切就会变得简单、清晰和精确。就这样，他创立了“日心说”。在他构建的宇宙模型中，太阳是宇宙的中心，地球和行星绕太阳做圆周运动，月球围绕着地球转动。关于最外层的恒星天球，日心说与地心说并无本质区别，如图 5-6 所示。

哥白尼提出的“日心说”，差不多经过一个世纪才被人们接受。其间，伽利略利用自制的天文望远镜，发现了一系列可以支持“日心说”的天文现象，“日心说”才逐渐得到大家的认可。哥白尼的“日心说”为人类认识太阳系，进而认识地球的起源奠定了基础。

想一想

“日心说”中有关宇宙以太阳为中心的提法也是不正确的，你能用自己知道的相关知识加以说明吗？

哥白尼“日心说”对天文学发展的另一重要贡献，是促成了天文学研究从主要描述天体位置、运动的天体观测，向着寻求造成这种运动的力的天体力学发展。1609 年和 1619 年，开普勒（Johannes Kepler，1571—1630）分别发现了行星运动三大定律；1687 年，牛顿发现了万有引力定律，该定律认为物体之间都存在着互相吸引的力，从而对诸如行星绕日运动之类的天体运动，在理论上给予了解释。

18 世纪，“康德 — 拉普拉斯星云说”提出了一个重要的思想：宇宙中的天体不是一成不变的，而是演化来的。此后，关于宇宙起源和演化的研究逐步开展起来，形成了宇宙学。

进入 20 世纪后，观测技术的进步、光学和天体物理学的发展，促进了宇宙学的蓬勃发展。1929 年，哈勃提出宇宙膨胀理论，1946 年美国物理学家伽莫夫（George Gamow，1904—1968）提出大爆炸理论，认为宇宙由大约 140 亿年前发生的一次大爆炸形成。

随着科学技术的发展，人类对宇宙的认识将会越来越深入。

小档案

霍　金

史蒂芬·霍金（Stephen Hawking，1942-）是英国当代著名的科学思想家和杰出的理论物理学家。他提出的黑洞理论和宇宙无边界的设想是现代宇宙学的重要基石。

霍金的宇宙无边界设想是：

第一，宇宙是无边的。

第二，宇宙不是一个可以任意赋予初始条件或边界的一般系统。

霍金预言宇宙有两种结局：它可以永远地膨胀下去，或者它会塌缩而在大挤压处终结。

霍金的主要代表作品有《时间简史》、《果壳中的宇宙》等。



图5-7　霍金

5.3 太空探索

人类早就梦想着有一天能飞离地球，去探寻地球以外的世界。公元 13 世纪末，在中国有一个叫万户（本名陶成道）的人想尝试飞上天空。他手拿两个巨型风筝，点燃了捆绑在座椅上的 47 个火箭，开始了人类第一次飞天。可是飞行失败，他也不幸遇难。2003 年，美国“哥伦比亚”号太空梭从国际太空站返回地球时，在大气层中解体，该事故造成机上七名宇航员全部遇难。从以上的例子可见太空探索是一项艰难的任务，我们今天之所以可以飞上太空、踏足月球，除了要感谢科学家及工程师们的研究和发明，更要铭记那些在太空探索的路途上不断奉献的宇航员们。

5.3.1　现代太空探索

现代航天技术从20世纪初开始发展。运载火箭是实现太空探索的基本条件。不依赖空气喷气的推进方式是运载火箭的重要技术设想。1942 年，德国发射了世界上第一枚弹道导弹，实现了这一技术设想。到 20 世纪 50 年代，美国和苏联在此基础上，成功制造出航天运载火箭（图 5-8）。苏联用洲际导弹改装的“卫星”号运载火箭是第一枚成功发射卫星的运载火箭。目前，各国已经研制出 20 多种运载火箭。



图5-8　航天运载火箭

有了运载火箭就可以发射各种太空飞行器。太空飞行器分为两大类：一是无人太空飞行器，包括人造地球卫星和太空探测器；二是载人太空飞行器，包括载人飞船、太空站和太空梭，以及正在研发的空天飞机。

人造卫星是一种围绕地球飞行的探测器。1957 年 10 月 4 日，苏联发射首颗人造卫星“斯普特尼克一号”（图 5-9）。从此，人类正式宣告进军太空。

1961 年 4 月 12 日，苏联宇航员尤里 • 加加林（Yuri Gagarin，1934—1968）完成首次载人太空飞行，绕地球轨道飞行了 108 分钟。

1965 年 3 月 18 日，苏联宇航员阿里克谢 • 列昂诺夫（Alexey Leonov，1934—）进行了人类首次太空行走。



图5-9　“斯普特尼克一号”人造卫星

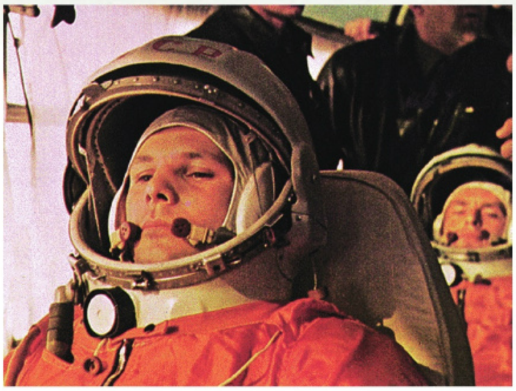


图5-10　尤里·加加林

1969 年 7 月 20 日，美国“阿波罗 11 号”飞船的宇航员尼尔·阿姆斯特朗（Neil Armstrong，1930—2012）和巴兹·奥尔德林（Buzz Aldrin，1930—）成功登上月球。阿姆斯特朗和奥尔德林将脚印留在了月球表面，这是人类第一次踏上月球。

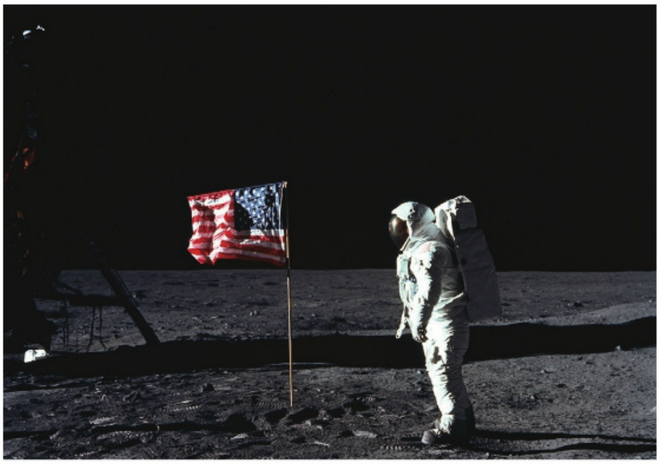


图5-11　巴兹·奥尔德林登月



图5-12　“新视野号”拍摄的冥王星

1965 年 7 月 14 日，美国发射的“水手 4 号”探测器在火星表面 9800 km 上空掠过火星，向地球发回了 21 张照片。这是有史以来第一个成功到达火星并发回数据的探测器。1976 年 7 月 20 日，美国发射的“海盗 1 号”探测器在火星着陆。

2015 年 7 月 14 日，美国“新视野号”探测器历经近 9 年的时间，成功飞掠冥王星，并成功传回了目前为止最清晰的冥王星照片（图 5-12）。此后，它将继续向太阳系外太空飞行。

人类已经实现了地球空间探索、月球探索和太阳系行星空间探索，将向着太阳系以外的空间继续探索。

5.3.2　科技发展与太空探测

天文学和太空探测的发展与科学技术的发展密切相关。天文望远镜、航天运载火箭、探测器等都是支撑太空探测的主要技术。

天文望远镜是天文观测的主要技术。现代最著名的光学望远镜是哈勃太空望远镜（图 5-13），于 1990 年在美国发射成功，它在地球大气层的上面，离地表约 550 km 的高空围绕地球飞行。由于它不受大气活动的干扰，使我们观测到的太空图像更清晰、观测距离更遥远，为现代天文学的发展提供了更详尽的天文观测数据。

太空站是一种在近地轨道上绕地球长时间运行，可供多名宇航员长期工作和生活的载人航天器。苏联的“礼炮一号”太空站于 1971 年成功发射升空，它是人类历史上首个太空站。现在的国际太空站为组合式太空站，是由航天运载火箭和太空梭分批将组件送入轨道，在太空组装而成（图 5-14）。

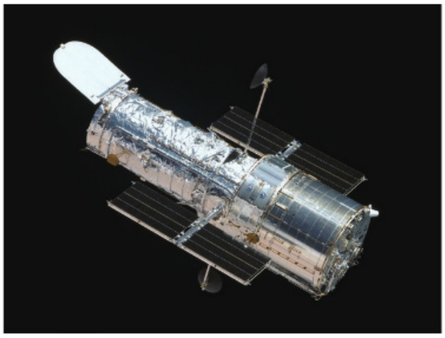


图5-13　哈勃太空望远镜



图5-14　国际太空站

要把探测器、人和其他仪器设备送到太空就需要航天运载火箭或太空梭这些运输工具。

小档案

载人太空飞行器

把宇航员送上太空的航天器主要有两种：宇宙飞船（spaceship）和太空梭（space shuttle）。

宇宙飞船一般位于航天运载火箭顶端，能容纳 1—4 名宇航员，由火箭送上太空，任务完成后返回舱利用降落伞和缓冲火箭回到地面，飞船的其余部分则留在轨道上成为太空垃圾。它的优势是造价低廉，安全性好，但一般无法重复使用。现在科学家正在研制可以重复使用的运载火箭。

太空梭是可重复使用的大型载人航天器，运载量远大于宇宙飞船，一次可携带 7 名宇航员和大量物资，还可携带大型整件物品（如太空站舱段和哈勃

望远镜）。相比宇宙飞船，太空梭最大的优势在于可以反复使用。由于费用和安全性方面的问题，美国的太空梭已于2011年正式退役。


“联盟号”宇宙飞船


“奋进号”太空梭

图5-15　载人航天器

活动2

收集资料，举例说明人类太空探测技术的发展状况。

5.4　飞向宇宙

从远古到现代，人类从来没有停止过探索宇宙的脚步。现代宇宙探索需要投入大量的人力、物力和财力。为什么我们还在不断探索呢?

5.4.1　太空探测的意义

太空探测的意义主要是：认识宇宙的演变；拓展人类的生存空间；开发利用资源；促进科技发展。

探索宇宙能满足人类不断探究未知的需要。对宇宙的探索，扩展了人类对宇宙的认知，让我们能逐步认识宇宙、地球、生命是怎么起源的，以及未来将如何演变。

探索宇宙能够拓展人类的生存空间。“航天之父”齐奥尔科夫斯基（Konstantin Tsiolkovsky，1857—1935）说过：地球是人类的摇篮，但是人类不能永远生活在摇篮里。从哥伦布发现新大陆以来，人类不断在寻找新的生存空间。从某种意义上看，登陆月球、探测行星是我们在追寻着地理大发现的足迹前行。

活动 3

分析有关行星的数据，在太阳系八大行星中找出最适宜人类移居的行星，并说说理由。

表5　八大行星的部分数据对比

序号	行星名称	距离太阳(km)	体积(地球=1)	质量(地球=1)	公转周期(1年=365.2天)	自转周期(1天=24小时)	表面温度(℃)	大气主要成分
1	水星	5791万	0.056	0.055	88.0天	59天	−173至427	微量氧和氢
2	金星	1.08亿	0.857	0.815	224.7天	243天	462	二氧化碳、氮
3	地球	1.50亿	1	1	365.2天	24小时	−88至58	氮，氧
4	火星	2.28亿	0.151	0.107	687.0天	24小时37分钟	−153至20	二氧化碳
5	木星	7.79亿	1321	317.83	11.9年	9小时56分钟	−148*	氢和氦
6	土星	14.33亿	764	95.16	29.5年	10小时14分钟	−178*	氢和氦
7	天王星	28.72亿	63	14.54	84.0年	17小时14分钟	−216*	氢、氦和甲烷
8	海王星	44.95亿	58	17.15	164.8年	16小时07分钟	−214*	氢、氦和甲烷

带＊的是有效温度。

宇宙中的空间资源、环境资源、矿产资源和能源等，随着人类对宇宙探索的步步深入将逐步得到开发利用。

宇宙的环境具有地球不具备的微重力、高真空、强辐射和超低温等特殊的条件。在这样的条件下可以研发新材料、新工艺，进行生物和医学上的特殊研究。在“国际太空站”上进行研究就是对宇宙环境的一种利用方式。



图5-16　飓风艾琳的卫星云图

人类利用人造卫星，可以对地球的自然灾害、农业生产进行监测，调查地球上的资源分布，预报天气变化等，这就是对宇宙空间资源的有效利用。

想一想

在我们的生活中还有哪些利用宇宙空间资源的事例？

随着地球上各种矿产资源的逐步枯竭，开发宇宙矿产将是必然的趋势。月球、行星和其他天体有着丰富的矿产资源。例如，地球上最常见的 17 种元素在月球上有广泛的分布。其中铁、铝的蕴藏量特别丰富，稀有金属的储藏量可能会超过地球。

探索宇宙的活动促进了通信、电子、材料、自动化、遥感和生命科学等各个领域的技术发展，并最终用于民用产品的开发。如目前常用的婴儿用品“尿不湿”就是从宇航技术转化过来的。从 1961 年第一位宇航员加加林开始，宇航员排尿问题一直是个难题。直到 1980 年以后，“太空服之父”唐鑫源改进了太空服，利用高分子吸收体成功制作了一种能吸水 1400 mL 的纸质尿片后，才解决了这一问题。之后该技术转为民用，就有了今天的“尿不湿”。

活动 4

收集资料，说一说生活中有哪些产品是与航天技术的发展密切相关的。

5.4.2 飞向遥远的星空

受科学技术发展水平的限制，人类对宇宙的认识还是很肤浅的。人类探测过的只是宇宙极其微小的一部分，至今也唯有美国在 1977 年发射的“旅行者 1 号”探测器成功飞出了太阳系。2012 年 8 月 25 日，“旅行者 1 号”经过长达 35 年的长途跋涉后，被科学家证实已离开了太阳系，继续飞向太阳系以外的星际空间。

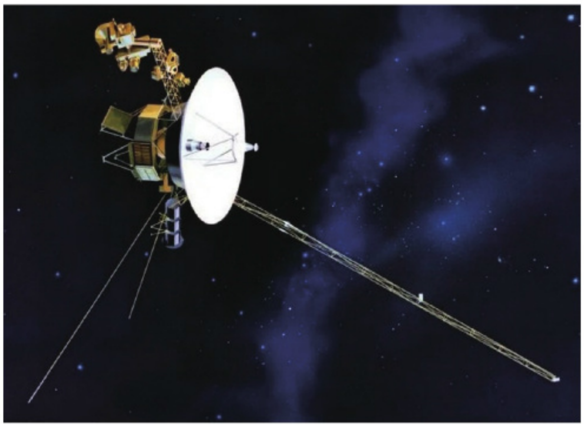


图5-17 “旅行者1号”探测器

截至 2015 年 10 月，“旅行者 1 号”飞行了约 200 亿 km，约合 0.002 光年。宇宙太大了，离太阳最近的恒星比邻星与我们也有 4.2 光年的距离，这是现代航天器无法到达的。宇宙有太多的未知等待着我们去探索，人类对宇宙的认识也将会越来越深刻。

本章提要

1．宇宙诞生后就迅速膨胀，一直延续至今。
2．人类对宇宙的认识经历了从地心说到日心说、星云说、宇宙大爆炸论的过程。
3．人类实现了三个领域的太空探索：近地空间探索、月球探索和行星探索。
4．太空探索的意义是满足人类探索未知的需求、拓展人类生存空间、促进科技发展、开发利用宇宙资源。

练 习 题

一、选择题

1．星云说是关于（　　）。

A. 地球形状的学说　　B. 太阳形成的学说

C. 宇宙膨胀的学说　　D. 太阳演变的学说

2．全球定位导航系统是利用了宇宙的（　　）。

A. 环境资源　　B. 空间资源

C. 矿产资源　　D. 能源资源

3．太阳系中最适合人类移居的行星是（　　）。

A. 水星　　B. 金星　　C. 火星　　D. 木星

二、简答题

1．以现在的科学认识，“日心说”有哪些观点是不正确的？

2．简要说明人类对宇宙的认识过程。

3．举例说明人类对宇宙空间资源的利用方式。

第三单元

科学技术使人类社会更美好

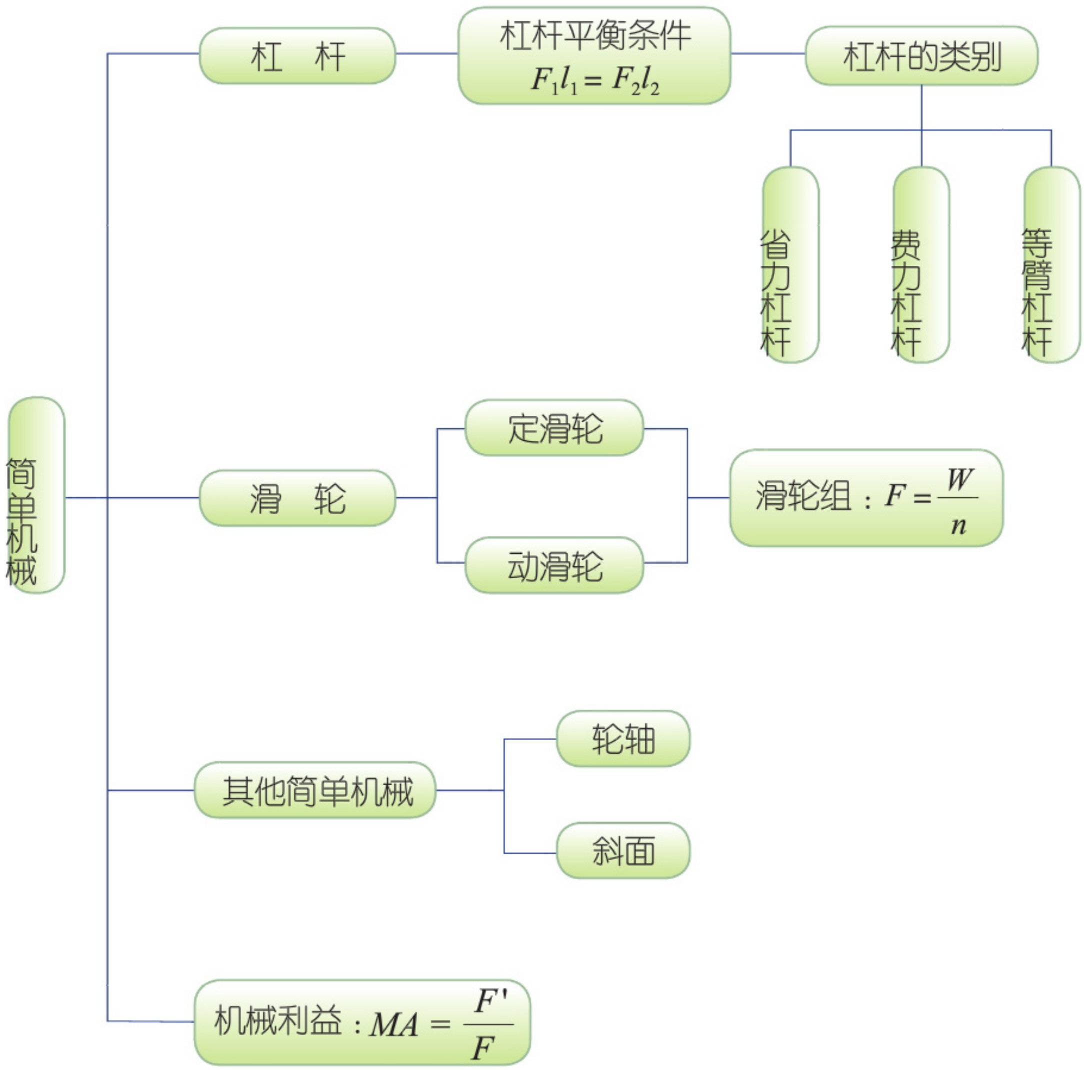
第6章 简单机械的应用

学习目标

1. 知道什么是杠杆。
2. 认识生活和生产中的杠杆。
3. 知道杠杆平衡条件及其应用。
4. 认识杠杆的类型。
5. 认识定滑轮、动滑轮及其特点。
6. 知道滑轮组及其应用。
7. 知道轮轴、斜面等简单机械及其应用。
8. 知道杠杆和滑轮的机械利益及其计算。



本章概念图


简单机械
杠杆
杠杆平衡条件 $F_1l_1=F_2l_2$
杠杆的类别
省力杠杆
费力杠杆
等臂杠杆
滑轮
定滑轮
动滑轮
滑轮组：$F=\frac{W}{n}$
其他简单机械
轮轴
斜面
机械利益：$MA=\frac{F'}{F}$

6.1 杠　杆

电视里正在播放一场精彩的排爆机器人演示（如图 6-1）。只见在特警的远程控制之下，排爆机器人转动机械臂，张开机械爪，从地面紧紧夹起疑似爆炸物，驶离现场。排爆机器人的机器臂和机器爪的这些动作是如何得以完成的？



图6-1　机器人排爆

6.1.1　杠　杆

读 图

如图 6-2 所示是工人用撬棒移动石头的情景，当手在撬棒上作用的力足够大时，就可以将石头撬动。在这个过程中，撬棒的运动有什么特点？



图6-2　用撬棒撬动石头

像图 6-2 中的撬棒一样，一根硬棒如果在力的作用下，能绕某个固定点转动，这根硬棒就称为杠杆（lever）。这里所说的固定点 O 称为支点（fulcrum），使杠杆转动的力 F_1 称为动力（effort），阻碍杠杆转动的力 F_2 称为阻力（resistance），支点到动力作用线的距离 l_1 称为动力臂（effort arm），支点到阻力作用线的距离 l_2 称为阻力臂（resistance arm）。

硬棒是杠杆最简单的模型，实际应用的杠杆具有多种不同的形状。某个器件能否视为杠杆，关键是看它在力的作用下能否绕某个固定点转动。

想一想

杠杆的支点一定在动力作用点和阻力作用点之间吗？你可以用撬棒以不同方式撬石头为例来说明。

生活和生产中的许多物品都可视作杠杆。一些复杂的机械是由多个杠杆构成的。例如，在图 6-1 所示的排爆机器人中，机器臂、机器手和机械爪都可以视为杠杆。

活 动 1

1. 如图 6-3 的开瓶器能否视为杠杆？如果能，请分析它的支点、动力和阻力，并标出动力臂和阻力臂。
2. 如图 6-4 所示是一种脚踏式垃圾桶及它的结构示意图。当脚踩踏板时，桶盖就会打开，脚离开踏板后，桶盖就会盖上。分析这种垃圾桶的结构，你能从中找出几个杠杆？请分析各个杠杆的支点、动力和阻力。



图6-3　开瓶器

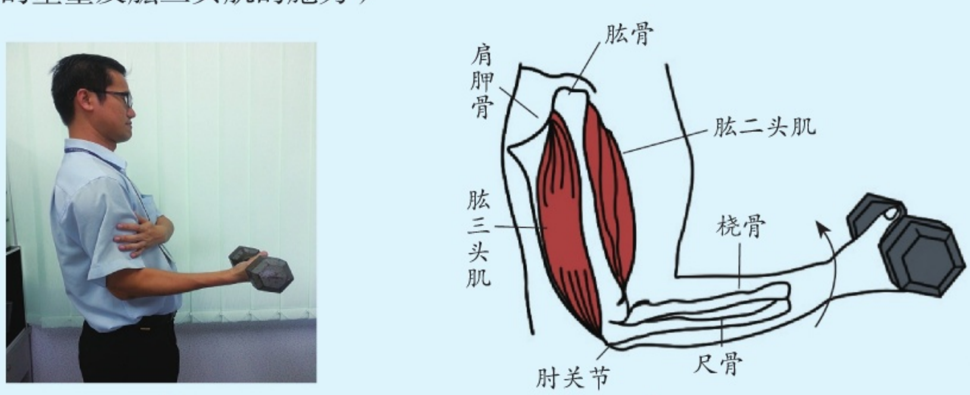


图6-4　脚踏式垃圾桶及其结构示意图

人体中有不少结构也可看作杠杆，它们在肌肉的牵拉下完成各种动作。

活 动 2

如图 6-5a 所示，右手抓一个哑铃，先让手臂下垂，左手掌贴着右上臂肱二头肌处，再将右下臂抬起，感受右上臂肱二头肌的变化。请在图 6-5b 中找出你下臂上的杠杆、支点、动力和阻力，作出动力臂和阻力臂。(分析时不考虑下臂的重量及肱三头肌的施力）



a　b

图6-5　寻找手臂上的杠杆

6.2 杠杆的平衡

杠杆在动力和阻力的共同作用下，保持静止状态或匀速转动状态，我们就说杠杆处于平衡。那么，杠杆平衡需要什么条件呢？

6.2.1 杠杆平衡条件

活动3

用如图6–6所示的装置研究杠杆平衡条件。其中可以绕中点转动的均匀木尺作为杠杆，中点转动轴即为杠杆的支点，左边受到的拉力 F_1 作为动力，其数值等于左边钩码受到的重力，右边受到的拉力 F_2 作为阻力，其数值等于右边钩码受到的重力。杠杆处于水平状态时，支点到左边拉力作用点的距离 l_1 为动力臂，支点到右边拉力作用点的距离 l_2 为阻力臂。

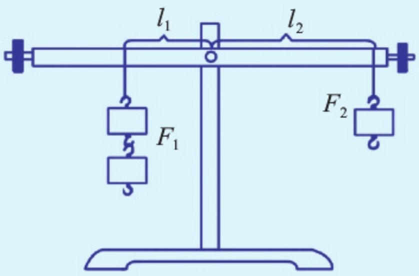


图6–6　探究杠杆平衡条件

1. 把杠杆的中央支在支架上，调节杠杆两端的螺母，使杠杆在水平位置平衡。
2. 当杠杆处于平衡时，任意改变 F_1、F_2、l_1、l_2 中的任一个量，杠杆都将失去平衡。请你据此猜测：杠杆的平衡跟哪些因素有关？
3. 在杠杆的两边分别挂上不同数量的钩码，并改变钩码悬挂的位置，直到杠杆再次在水平位置处于平衡状态。将动力和阻力填入表6–1内。
4. 读出动力臂、阻力臂，并填入表6–1内。
5. 改变力和力臂的数值，重复上述实验，共做4次。把有关数据填入表6–1内。

表6–1　记录表

序号	动力 F_1（N）	动力臂 l_1（cm）	阻力 F_2（N）	阻力臂 l_2（cm）
1				
2				
3				
4				

6. 分析实验数据，得出实验结论：____________________________________
____。

想一想

在“活动 3”中，杠杆为什么要调节成在水平位置平衡，而不使它在倾斜位置平衡？

6.2.2　杠杆平衡条件的应用

通过实验，我们可以得到杠杆平衡的条件为：动力乘以动力臂等于阻力乘以阻力臂。用公式表示，即：

$$F_1l_1 = F_2l_2$$

这个公式可以用来解决有关杠杆平衡的问题。

【例 1】如图 6-7 是铁道检修工用的道钉撬，有关尺寸见图。若在 A 点竖直向下施加 200 N 的力，道钉撬对道钉会产生多大的力？如果还不能将道钉撬出，在保持手的作用力大小和作用点不变的情况下，采用什么方法可增大道钉撬对道钉的作用力？

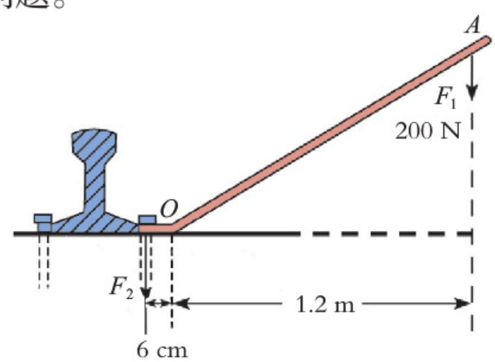


图6-7　撬道钉

已知：动力 F_1= 200 N，

动力臂 l_1 = 1.2 m = 120 cm，

阻力臂 l_2 = 6 cm。

求：阻力 F_2；增大道钉撬对道钉的作用力的方法。

解：据杠杆平衡条件 $F_1l_1 = F_2l_2$，

可得

$$F_2 = \frac{l_1}{l_2}F_1 = \frac{120\ \text{cm}}{6\ \text{cm}} \times 200\ \text{N} = 4000\ \text{N}$$

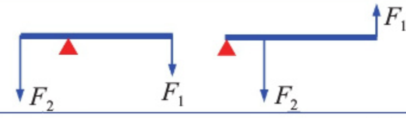
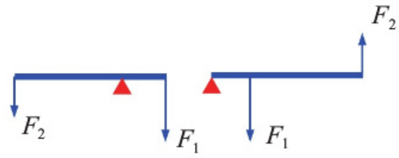
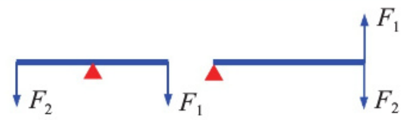
在 l_2、F_1 都保持不变时，要增大 F_2，只有增大 l_1。具体做法是：改变力 F_1 的方向，使动力臂 l_1 增大，当 F_1 与 OA 垂直时 l_1 最大。

答：道钉撬对道钉能产生 4000 N 的力。增大力 F_1 的方向，可增大道钉撬对道钉的作用力。

6.2.3　杠杆的分类

利用杠杆平衡条件 F_1l_1=F_2l_2，可以将杠杆分为三类，如表 6-2。

表6–2

类　别	条　件	模型图示（F_1 为动力，F_2 为阻力）
省力杠杆	动力臂＞阻力臂	
费力杠杆	动力臂＜阻力臂	
等臂杠杆（既不省力也不费力）	动力臂＝阻力臂	

想一想

图 6–8 所示的生活和生产中使用的杠杆，分别属于哪一类杠杆？



图6–8　生产和生活中的杠杆

省力杠杆能够使我们用较小的力得到较大的力，但我们为什么要使用费力杠杆，用较大的力得到较小的力呢？

如图 6-9 所示是一费力杠杆，在动力 F_1 的作用下沿逆时针方向转过了一个角度。在这个过程中，动力作用点和阻力作用点通过的位移分别为 s_1 和 s_2。由于 $OA<OB$，所以，$s_1<s_2$。因此，使用费力杠杆的好处是省位移。

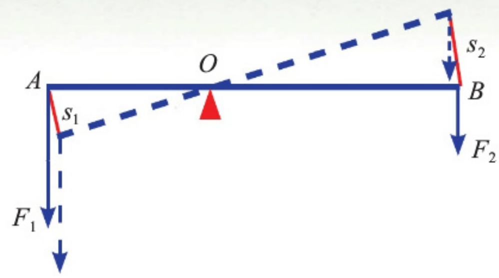
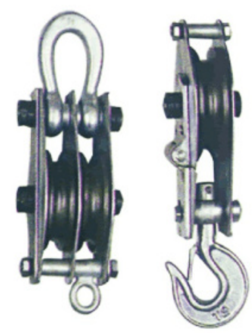


图6-9　使用杠杆力和位移的关系

同样的方法可以推知，省力杠杆要费位移，而使用等臂杠杆既不省位移也不费位移。

6.3　滑轮和滑轮组

许多起重机械升降重物都要利用若干个叫做滑轮的轮子，如图 6-10 所示。滑轮也是生活和生产中常用的一种简单机械，利用滑轮可以方便地拉动物体。


图6-10　滑轮

6.3.1　定滑轮和动滑轮

所谓滑轮（pulley），是一种周边有槽、可以绕着中心轴转动的轮子。滑轮有不同的类型。

活动 4

给你 1 个瓶架、1 个滑轮、2 个钩码、几段绳子、1 个弹簧秤，请完成下列活动。

1. 要你利用滑轮将钩码向上吊起，你有几种接法？用图作出你的接法。
2. 用弹簧秤测出钩码的重量 W_1，W_1=__________。
3. 如图 6-11a 所示，通过滑轮用弹簧秤匀速向下拉动钩码，记录弹簧秤的读数 F_1，F_1=____________。说出 F_1 和 W_1 的关系。改变拉力的方向，如图 6-11b 所示，观察弹簧秤的读数是否发生变化。
4. 先用弹簧秤测出钩码和滑轮的总重量 W_2，W_2=_________。
5. 如图 6-11c 所示，通过滑轮用弹簧秤竖直向上匀速拉动钩码，记录弹簧秤的读数 F_2，F_2= ___________。说出 F_2 和 W_2 的关系。

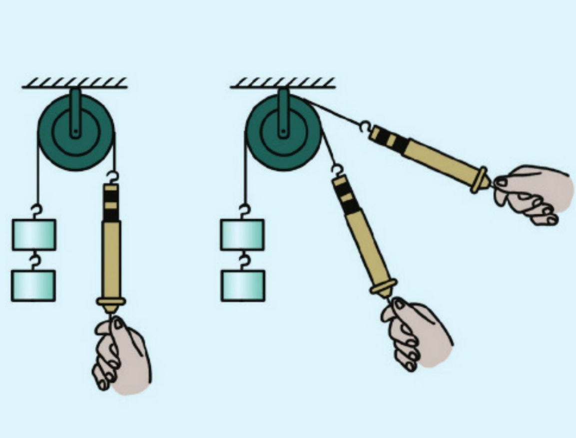


图6-11 定滑轮和动滑轮

拉动绳子时，在图 6-11a 和图 6-11b 中，滑轮的位置固定不变，并不会随钩码向上运动，我们把这种滑轮称为定滑轮（fixed pulley）。而在图 6-11c 中，滑轮会随钩码向上运动，我们将这种滑轮称为动滑轮（movable pulley）。

实验表明，使用定滑轮不能省力，但可以改变力的作用方向。使用动滑轮可以省一半的力，但不能改变力的方向。

由于滑轮转轴处存在摩擦力，实际所用的力要大一些。

想一想

如图 6-12 所示，旗杆顶上安装的、用于升降旗帜的滑轮是定滑轮还是动滑轮？



图6-12

滑轮在力的作用下能够绕某个固定点转动，所以，滑轮可以视为一个变形的杠杆。

读图

1. 如图 6–13a、b 所示，我们画出了定滑轮和动滑轮的示意图，图中添加的红线能够帮助我们把滑轮视为杠杆。在图上找出滑轮这种变形杠杆的支点、动力臂和阻力臂。
2. 解释为什么使用定滑轮不省力，使用动滑轮可以省一半的力。

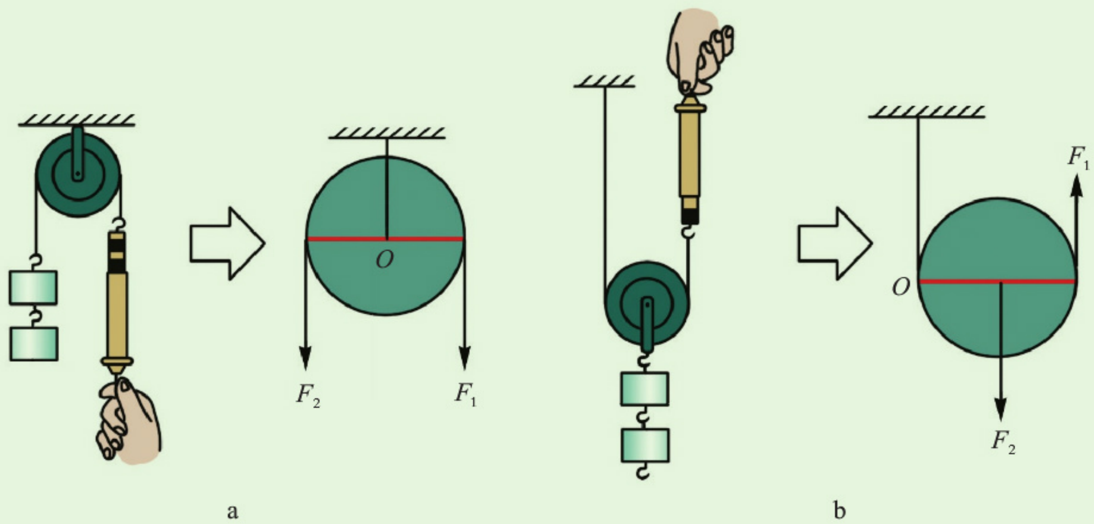


图6–13　滑轮是变形的杠杆

通过分析可以知道，定滑轮实质是动力臂和阻力臂相等的杠杆，动滑轮实质是动力臂为阻力臂 2 倍的杠杆。

想一想

使用定滑轮和动滑轮提起重物时，动力作用点运动的速度与重物运动的速度之间存在怎样的关系？

6.3.2　滑轮组

实际应用时，常常将定滑轮和动滑轮组合成滑轮组（pulley system）。滑轮组不但可以省力，而且可以改变力的方向。那么，使用滑轮组时，拉力的大小究竟跟什么因素有关呢？

活动 5

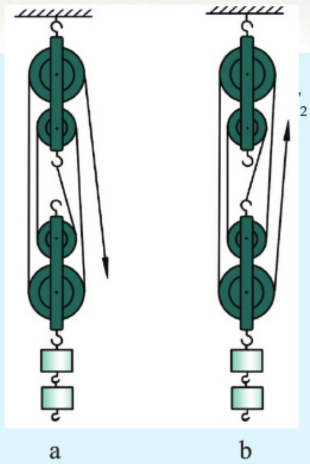


图6-14 滑轮组

1. 用弹簧秤测出钩码和动滑轮的总重量 W。
2. 按如图 6-14a 所示的方式匀速拉动绳子，记录此时承担重物和动滑轮总重量的绳子段数及弹簧秤的读数 F_1。
3. 按如图 6-14b 所示的方式匀速拉动绳子，记录此时承担重物和动滑轮总重量的绳子段数及弹簧秤的读数 F_2。
4. 把有关数据填入表 6-3 中。

表6-3 记录表

	钩码和动滑轮的总重量（N）	承重绳子的段数	弹簧秤的读数（N）
a			
b			

使用滑轮组时，如果不计绳子的重量及摩擦，重物和动滑轮的总重由几段绳子承担，提起重物所用的力就是总重的几分之一。用公式表示，即

$$F=\frac{W}{n}\quad（n\text{ 为承担重物和动滑轮总重的绳子段数}）$$

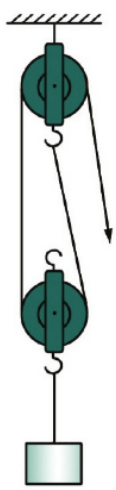
【例 2】如图 6-15 所示的滑轮组，至少需要多大的力才能提升 600 N 的重物？（不计滑轮和绳子的重量及摩擦阻力）

已知：物体的重量 $W=600\ \text{N}$。

求：所需的力 F。

解：因为总重量是由 2 段绳子承担，$n=2$，所以所用的拉力至少为

$$F=\frac{W}{n}=\frac{600\ \text{N}}{2}=300\ \text{N}$$


图6-15 滑轮组

答：该滑轮组至少需 300 N 的力来提升 600 N 的重物。

想一想

生活中还有哪些地方用到滑轮？请举例说明。

6.4 其他简单机械

农村有一种叫做辘轳的古老的提取井水工具（如图 6-16），当人摇转辘轳的手柄时，就可用较小的力拉动绕在轴筒上的绳子，将沉重的水桶提起。辘轳是一种怎样的机械？利用辘轳提水为什么可以省力？



图6-16　辘轳

6.4.1 轮　轴

类似辘轳的这种简单机械在科学上称为轮轴（wheel axle）。轮轴的模型可以看成是由两个固定在一起的、大小不同的圆盘组成，如图 6-17 所示。其中大盘通常叫做轮，小盘通常叫做轴。

轮轴实质上也是一种杠杆。轮轴的中心点 O 是杠杆的支点，如果把作用在轮上的力设为 F_1，作用在轴上的力设为 F_2。相应地，轮半径 R 和轴半径 r 分别是力 F_1 和 F_2 的力臂。根据杠杆平衡条件 $F_1R=F_2r$，可得

$$F_1=\frac{r}{R}F_2$$

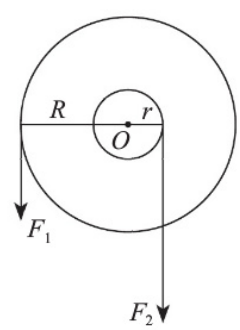


图6-17　轮轴是变形杠杆

由上式可知，如果不考虑摩擦阻力，轮半径是轴半径的几倍，作用在轮上的力就是作用在轴上的力的几分之一。

生活中许多器件都可以看作轮轴。例如，螺丝刀是一种轮轴，动力作用在轮上，阻力作用在轴上（图 6-18），可以起到省力的作用；驱动游船的转轮也是一种轮轴，动力作用在轴上，阻力作用在轮上（图 6-19），可以增大力的作用距离。

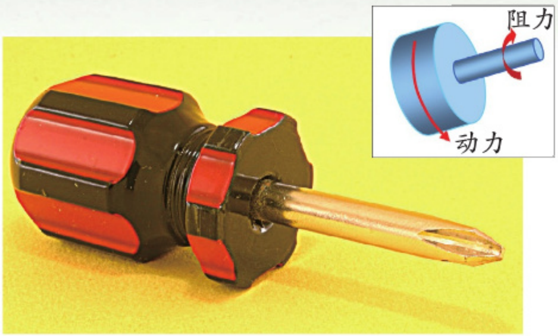


图6-18 螺丝刀

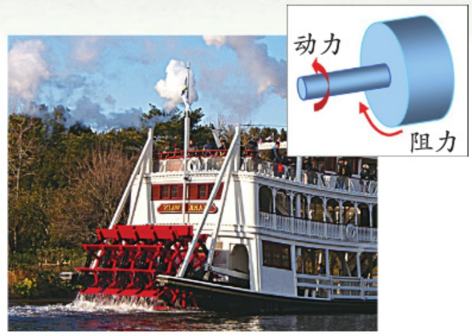


图6-19 游船的转轮

6.4.2 斜 面

活动 6

1. 取 1 块木块，用弹簧秤测出它的重量 W，W=______________。
2. 取 1 块光滑的木板，将其一端搁在 2 本书上（图 6-20），构成一个斜面。
3. 用弹簧秤将木块沿斜面匀速向上拉，弹簧秤与斜面要保持平行。记下弹簧秤的读数 F=______________。


图6-20 斜面实验

上述实验表明，沿斜面向上拉物体时，所用的拉力小于物体受到的重力。进一步的实验还可得出：斜面的坡度越小，所用的拉力越小。

斜面是有别于杠杆的另一类简单机械。与费位移的杠杆能够省力类似，沿斜面将物体移到高处，比直接将物体举高要费位移，如图 6-21 中的 $L > h$，也能起到省力（$F < W$）的作用。

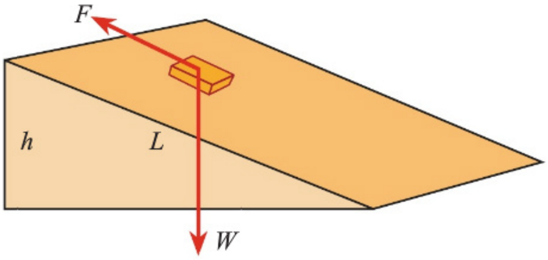


图6-21 利用斜面能省力

斜面在生活中有着广泛的应用。例如，你较难将轮椅（和人）提到客车上，但沿着斜面你却较容易将轮椅（和人）推上去（图 6-22）。又如，大桥通常要做很长的引桥（图 6-23），目的就是增大斜面的长度，减小斜面的坡度，使汽车较容易驶上桥面。



图6-22　推轮椅

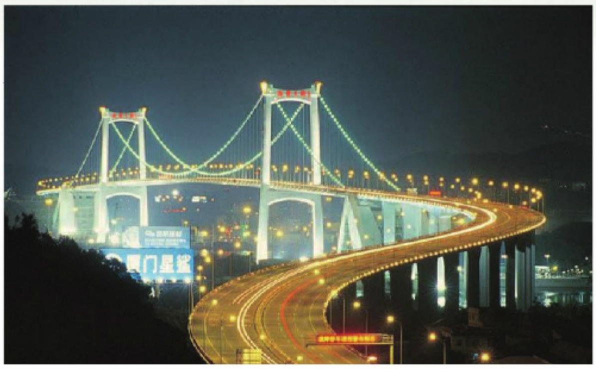


图6-23　大桥的引桥

小档案

螺　旋

取一张纸，剪出一个直角三角形，将它卷在一支铅笔上，我们看到，三角形的斜边便形成了一个螺旋的形状，就像螺丝上的螺纹一样（如图 6-24）。由此可见，螺旋是一个变形的斜面。螺旋相当于在有限的空间将斜面的坡道做得很长。当我们使用较小的力旋转螺旋时，能够使螺旋产生较大的力向前推进。

螺旋在生活中随处可见。例如，螺旋千斤顶（图 6-25）就是通过施加较小的力旋转螺杆，将压在顶托上的重物顶起的。

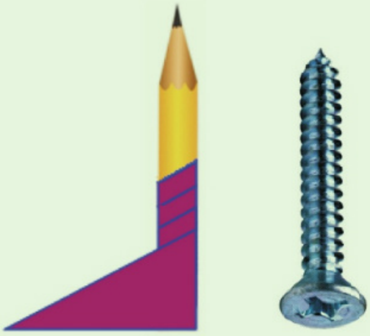


图6-24　螺旋是变形的斜面



图6-25　螺旋千斤顶

6.5 机械利益

使用不同的机械移动物体，省力或费力的程度并不相同。那么，能否定量地描述使用不同机械时省力或费力的程度呢？

直接用手移动一块大石头要用很大的力，而利用撬棒移动这块石头，所用的力却要小得多。科学上，将移动物体时，无利用机械所用的力与利用机械所用的力之比定义为机械利益（mechanical advantage），即

$$机械利益=\frac{无利用机械所用的力}{利用机械所用的力}$$

用 MA 表示机械利益，F' 表示无利用机械所用的力，F 表示利用机械所用的力，上式可表示为

$$MA=\frac{F'}{F}$$

机械利益可以很好地描述利用机械省费力的情况。根据机械利益的定义，凡省力的机械其机械利益必大于1，而且机械利益越大越省力；凡费力的机械其机械利益必小于1，而且机械利益越小越费力；而既不省力也不费力的机械，其机械利益必等于1。

【例3】用如图6-26所示的动滑轮把物体向上吊起，已知物体的重量为21 N。

（1）若不计滑轮、绳子的重量及转轴处的摩擦，求该滑轮组的机械利益；

（2）若考虑滑轮的重量，所用的拉力为14 N，则该滑轮组的机械利益多大？

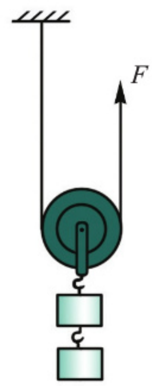


图6-26 动滑轮

已知：物体的重量 $W=21$ N；

考虑滑轮重量时，所用拉力 $F_2=14$ N。

求：动滑轮的机械利益 MA。

解：（1）未利用动滑轮提升物体时，所用的拉力

$$F'=W$$

根据动滑轮的用力特点，当不计动滑轮的重量及转轴处的摩擦时，所用的拉力

$$F_1=\frac{W}{2}$$

此时，动滑轮的机械利益

$$MA_1 = \frac{F'}{F_1} = \frac{W}{F_1} = 2$$

（2）当考虑滑轮的重量时，拉力为 F_2=14 N，动滑轮的机械利益为

$$MA_2 = \frac{F'}{F_2} = \frac{W}{F_2} = \frac{21\ \text{N}}{14\ \text{N}} = 1.5$$

答：若不计滑轮、绳子的重量及转轴处的摩擦，动滑轮的机械利益为 2；若考虑滑轮的重量，不计绳子的重量及转轴处的摩擦，动滑轮的机械利益为 1.5。

不但机械自身的重量有时会影响机械利益，机械的润滑情况也会对机械利益产生影响。在相同的条件下，机械润滑得好，移动物体所需要的力就会小些，机械利益就大些。给机械添润滑剂，可以提高机械利益。

想一想

对图 6–26 的动滑轮，如果考虑滑轮轴心的摩擦阻力，那么该动滑轮的机械利益将如何变化？为什么？

本章提要

1. 在力的作用下能绕某个固定点转动的硬棒称为杠杆。杠杆平衡的条件是 $F_1 l_1 = F_2 l_2$。杠杆可分为三类：省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆。
2. 滑轮是一种周边有槽、可以绕着中心轴转动的轮子。滑轮有定滑轮和动滑轮。定滑轮实质是等臂杠杆，使用定滑轮能够改变力的方向，但不能省力。动滑轮实质是动力臂为阻力臂2倍的杠杆，使用动滑轮能够省一半的力，但不能改变力的方向。

3. 定滑轮和动滑轮组成滑轮组，使用滑轮组时，如果不计绳子的重量及摩擦，重物和动滑轮的总重由几段绳子承担，提起重物所用的力就是总重的几分之一。
4. 轮轴是轮和轴组合而成的简单机械。轮轴实质是一种杠杆，轮半径R和轴半径r相当于杠杆的两个力臂。作用在轮上的力F_1与作用在轴上的力F_2的关系为 $F_1=\frac{r}{R}F_2$。
5. 斜面是有别杠杆的一类杠杆，利用斜面举高物体比直接将物体举高，所用的力要小些。
6. 利用机械可以改变力的大小，科学上将移动物体时，无利用机械所用的力F'与利用机械所用的力F之比定义为机械利益，即 $MA=\frac{F'}{F}$。机械利益越大，使用机械越省力。

练 习 题

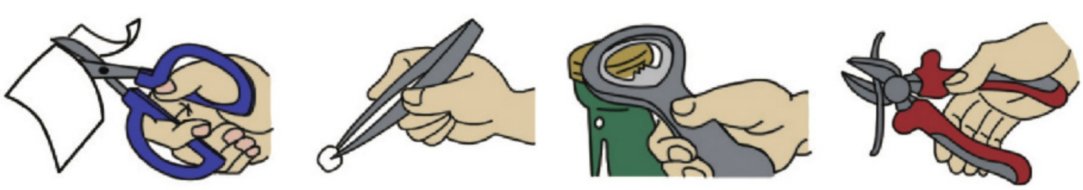
一、选择题

1. 如图 6–27 的皮划艇是奥运会竞赛项目之一，比赛中，运动员一只手支撑住浆柄的末端（视为支点），另一只手用力划桨。此时的船桨属于什么杠杆？（　　）。
   A．等臂杠杆
   B．省力杠杆
   C．费力杠杆
   D．以上皆非



图6–27

2. 下列杠杆中，具有省位移特点的是（　　）。



A. 剪刀剪纸　B. 镊子夹物　C. 起子开瓶　D. 钳子剪导线

图6–28

3. 用如图 6–29 的滑轮或滑轮组匀速提起同一重物，如果不计摩擦和滑轮的重量，则用力最小的是（　　）。

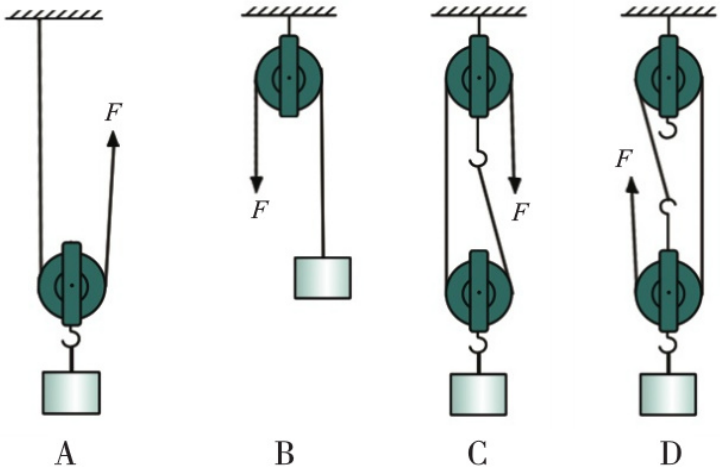


图6–29

二、简答题

1. 图 6–30 是液压汽车起重机的示意图。请你分别作出作用在吊臂上的动力 F_1 的力臂 l_1 和阻力 F_2 的力臂 l_2。

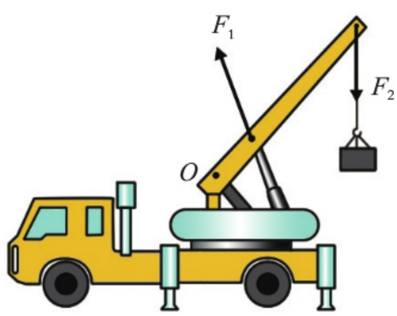


图6–30

2. 如图 6–31a 是利用杠杆原理制成的搬运重物的小车，其中 M、M′ 两处为轴连接。图 6–31 中的 b、c、d 描述的是小车搬运重物上楼的过程。请分别在 b、d 两图中确定杠杆的支点（用 O 表示），并作出动力臂（用 l_1 表示）。

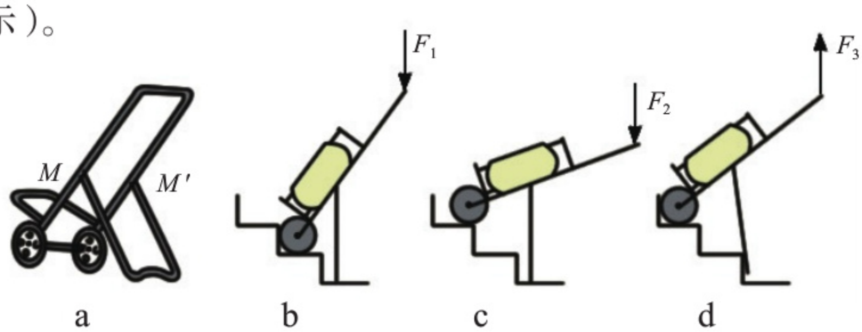


图6–31

3. 在用扳手扳动一只锈蚀的螺帽时，为了更容易把螺帽旋动，技工往往在扳手的把手上再套一根铁管来增大把手的长度，如图 6–32 所示。请你说说这样做的科学道理。

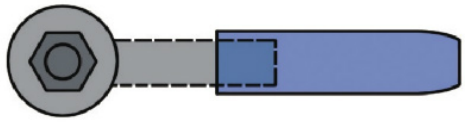


图6–32

4. 如图 6–33 所示，某同学在做俯卧撑运动，我们可将他视为一个杠杆。他身体的重心在 A 点，重量为 500 N。他的手应使出多大的力，才能将身体撑起？

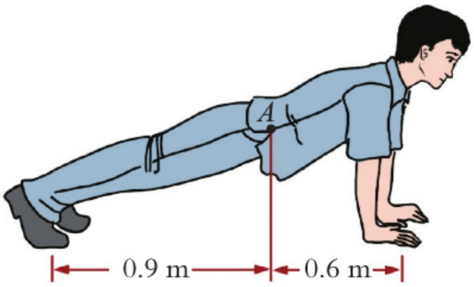


图6–33

5. 为了保证起重机在起重时不会翻倒，起重机右边配有一个重物 M（图 6–34）。现测得重物 M 的质量为 4 t，AB 为 10 m，BC 为 4 m，CD 为 1 m。问起重机可起吊物体的最大重量为多大？（起重机的重量不计，g 取 10 N/kg）

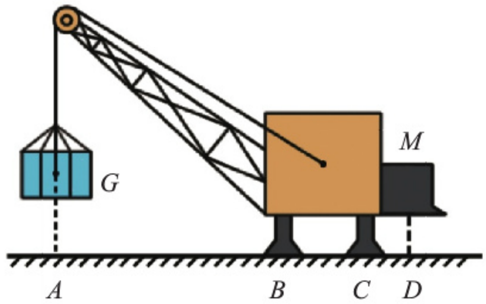


图6–34

6. 一位同学站在地面上，要利用图 6–35 所示的滑轮组提升重物。已知物体的重量为 1000 N，而绳子最多只能承受 400 N 的拉力，请你帮他在图中作出符合要求的绳子的绕法。（不计滑轮和绳子的重量及摩擦阻力）

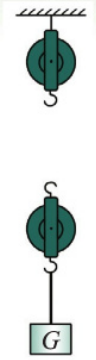


图6–35

7. 如图 6–36 所示是轮船上用的起锚机，当轮子转动时，卷在其上的钢索可将巨大的铁锚提起。起锚机属于什么简单机械？


图6–36　起锚机

8. 如图 6–37 所示是一个活塞式抽水机的示意图，手在摇杆的末端上下运动，即可将井中的水抽出。根据摇杆上所标的尺寸，计算该摇杆杠杆的机械利益。（不计摇杆的重量及摩擦）



图6–37

第三单元

科学技术使人类社会更美好

第7章 电的应用

学习目标

1. 了解串联电路中各处电流、总电压与各部分电路两端电压的关系。
2. 掌握串联电路的总电阻与各串联导体电阻的关系。
3. 了解并联电路中总电流与各支路电流、总电压与各支路两端电压的关系。
4. 掌握并联电路的总电阻与各并联导体电阻的关系。
5. 知道电功和电功率概念及计算方法。
6. 知道电能表的读数方法。
7. 知道变压器的功用与操作原理。
8. 知道电能的输送过程。



本章概念图

- 电的应用
  - 两种基本电路
    - 串联电路
      - 电流关系：$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$
      - 电压关系：$V = V_1 + V_2 + \cdots$
      - 电阻关系：$R = R_1 + R_2 + \cdots$
    - 并联电路
      - 电流关系：$I = I_1 + I_2 + \cdots$
      - 电压关系：$V = V_2 = V_3 = \cdots$
      - 电阻关系：$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$
  - 电功和电功率
    - 电功：电流做功 $W = IVt$ — 电能表
    - 电功率：电流做功的快慢 $P = IV$
  - 变压器
    - 升压变压器 — 远距离输电
    - 降压变压器 — 远距离输电

7.1 串联电路的特点

节日的夜晚，各式各样的节日彩灯亮丽纷呈。在灯带上，众多的彩灯是串联在一起的。那么，灯带两端的总电压与各个彩灯两端的电压、通过各个彩灯的电流以及总电阻与各盏彩灯的电阻之间存在怎样的关系呢？


图7-1 亮丽纷呈的彩灯

7.1.1 串联电路中电流的关系

活动 1

1．请猜测：串联电路中各处电流的大小存在什么关系？

2．按图 7-2a、b、c 所示的三种方式，用安培计分别测出电路中不同位置的电流 I_1、I_2、I_3，并将测量结果记录在表 7-1 中。

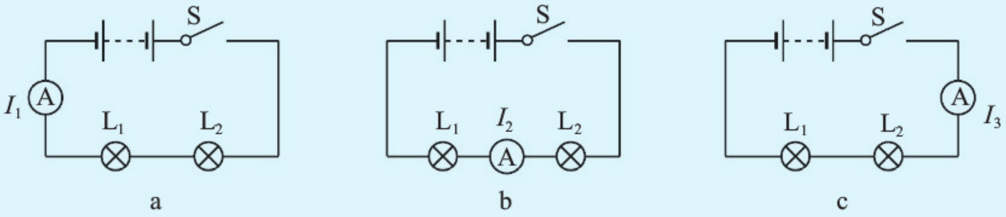


图7-2 串联电路中的电流

表7-1

I_1（A）	I_2（A）	I_3（A）

实验可得：串联电路中各处的电流相等，即

$$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$$

7.1.2 串联电路中电压的关系

活动 2

1. 请猜测：串联电路中总电压与各部分电路两端的电压存在什么关系？
2. 按图 7–3a、b、c 所示的三种方式，用伏特计分别测出灯泡 L_1 两端的电压 V_1、灯泡 L_2 两端的电压 V_2，以及电路的总电压 V，并将测量结果记录在表 7–2 中。

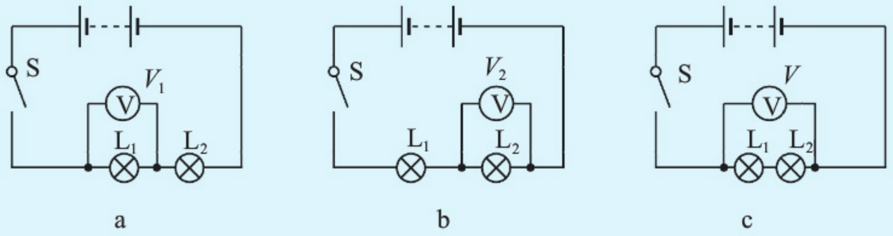


图7–3 串联电路中的电流

表7–2

V_1（V）	V_2（V）	V（V）

实验可得，串联电路两端的总电压等于各部分电路两端的电压之和，即

$$V = V_1 + V_2 + \cdots$$

想一想

串联电路中总电压与各部分电路两端电压的关系，和图 7–4 中溪水总落差与各段落差的关系有什么相似之处？



图7–4 溪水的落差

小档案

电池的串联

在手电筒、收音机、空调或电视机的遥控器等设备中，由于单个电池无法提供足够高的电压，通常使用多节电池来供电。这些电池有的正、负极朝向一致，顺次排列；有的虽然是并列放置，但相邻两个电池的正、负极朝向相反。它们都是正、负极相接连成一串的。电池的这种组合方式叫做串联。我们做电路实验时所使用的电池组中，各个电池也是串联的。利用伏特计很容易测得：电池串联后，所提供的总电压等于各个电池电压之和。



图7-5　遥控器中的电池

7.1.3　串联电路中电阻的关系

由于欧姆定律反映的是电流、电压、电阻三者的关系，所以，利用欧姆定律、串联电路中各处电流的关系和总电压与各部分电路两端电压的关系，我们可以推导出串联电路中总电阻与各个分电阻之间的关系。为了方便，我们考虑两个电阻串联的简单情形。

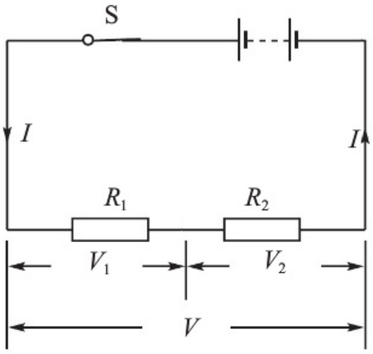


图7-6　串联电路中的电阻

如图 7-6 所示，设两个串联导体的电阻分别为 R_1、R_2，串联电路的总电阻为 R。由于串联电路各处的电流相等，我们统一用符号 I 代表电路各处的电流。根据欧姆定律，可得

$$V = IR,\ V_1 = IR_1,\ V_2 = IR_2$$

将以上各式代入 $V = V_1+V_2$ 中，得到

$$IR = IR_1+IR_2$$

所以 $$R = R_1 + R_2$$

如果有多个导体相串联，同理可得　$R = R_1 + R_2 + \cdots$

这表明，串联电路的总电阻等于各串联导体的电阻之和。

想一想

由串联电路总电阻与各串联导体电阻的关系式可知，导体串联后，其总电阻要大于任一个导体的电阻。请你根据导体电阻的相关因素，对这一结论作出定性的解释。

【例 1】把阻值分别为 4 Ω 和 8 Ω 的电阻串联起来，接在电压为 6 V 的电路中，则两个电阻两端的电压各为多大？

已知：电阻 $R_1 = 4\ \Omega$，

电阻 $R_2 = 8\ \Omega$，

总电压 $V = 6\ \text{V}$。

求：电压 V_1、V_2。

解：电路总电阻 $R = R_1 + R_2 = 4\ \Omega + 8\ \Omega = 12\ \Omega$

据欧姆定律，可得通过电路的电流为

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6\ \text{V}}{12\ \Omega} = 0.5\ \text{A}$$

所以

$$V_1 = IR_1 = 0.5\text{A} \times 4\Omega = 2\ \text{V}$$

$$V_2 = IR_2 = 0.5\ \text{A} \times 8\ \Omega = 4\ \text{V}$$

答：阻值为 4 Ω 的电阻两端的电压为 2 V，阻值为 8 Ω 的电阻两端的电压为 4 V。

想一想

由例 1 的解答结果推测：在串联电路中，某个电阻两端所分得的电压跟这个电阻的阻值之间存在着什么关系？请你尝试推导出这个关系。

【例 2】如图 7-7 所示的电路中，小灯泡正常发光，其两端的电压为 2.5 V，灯丝的电阻为 10 Ω，电源电压为 4 V，则此时滑动变阻器接入电路的电阻为多大?

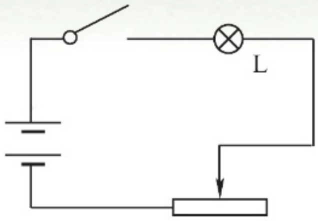


图7-7　串联电路

已知：小灯泡两端的电压 $V_1 = 2.5$ V，

灯丝的电阻为 $R_1 = 10$ Ω，

电路总电压 $V = 4$ V。

求：变阻器接入电路的电阻 R_2。

解：据欧姆定律，可求得小灯泡正常发光时通过的电流为

$$I = \frac{V_1}{R_1} = \frac{2.5\ \text{V}}{10\ \Omega} = 0.25\ \text{A}$$

电路总电阻为 $$R = \frac{V}{I} = \frac{4\ \text{V}}{0.25\ \text{A}} = 16\ \Omega$$

滑动变阻器接入电路的电阻为

$$R_2 = R - R_1 = 16\ \Omega - 10\ \Omega = 6\ \Omega$$

答：滑动变阻器接入电路的电阻为 6 Ω。

想一想

对例 2，请你尝试提供另一种解答方法。

7.2 并联电路的特点

在你家里，各个电器是相互并联的。在并联电路中，干路中的电流与各支路中的电流、总电压与各支路两端的电压、总电阻与各电器的电阻之间存在怎样的关系呢？

7.2.1 并联电路中电流的关系

活动 3

1. 请猜测：并联电路中，干路中的电流与各支路中的电流之间存在什么关系？
2. 按图 7–8a、b、c 所示的三种方式，用安培计分别测出电路中不同位置的电流 I_1、I_2、I，并将测量结果记录在表 7–3 中。

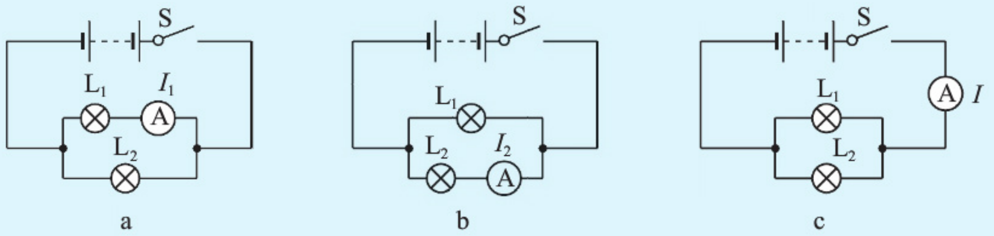


图7–8 并联电路中的电流

表7–3

I_1（A）	I_2（A）	I（A）

实验可得：并联电路中的总电流等于各支路中的电流之和。即

$$I = I_1 + I_2 + \cdots$$

7.2.2 并联电路中电压的关系

活动4

1. 请猜测：并联电路中，总电压与各支路两端的电压之间存在什么关系？
2. 按图 7-9a、b、c 所示的三种方式，用伏特计分别测出灯泡 L_1 两端的电压 V_1、灯泡 L_2 两端的电压 V_2 和电路的总电压 V，并将测量结果记录在表 7-4 中。

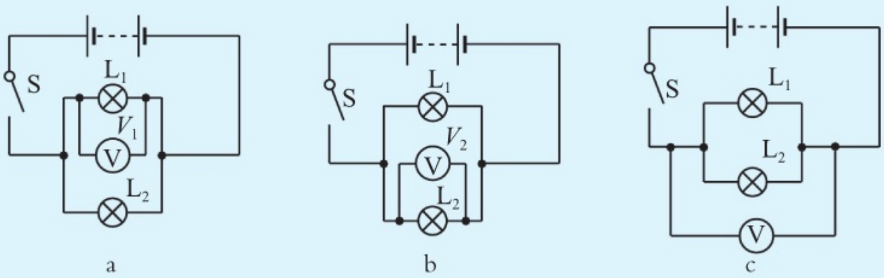


图7-9 并联电路中的电压

表7-4

V_1（V）	V_2（V）	V（V）

实验可得：并联电路的总电压与各个支路两端的电压相等。即

$$V=V_1=V_2=\cdots$$

7.2.3 并联电路中电阻的关系

与串联电路相同，利用欧姆定律、并联电路中总电流与各支路电流的关系和总电压与各支路两端电压的关系，可以推出并联电路中总电阻与各支路电阻的关系。为了方便，我们考虑两个电阻并联的简单情形。

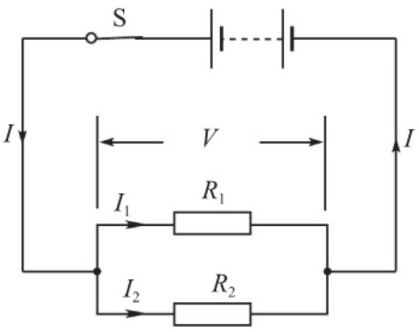


图7-10 并联电路中的电阻

如图 7-10 所示，设两个并联导体的电阻分别为 R_1、R_2，并联电路的总电阻为 R。由于并联电路的总电压与各支路两端的电压相等，我们统一用符号 V 代表总电压和各支路两端的电压。根据欧姆定律，可得

$$I=\frac{V}{R},\quad I_1=\frac{V}{R_1},\quad I_2=\frac{V}{R_2}$$

将以上各式代入 $I=I_1+I_2$ 中，得到

$$\frac{V}{R}=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}$$

所以
$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

如果有多个电阻相并联，同理可得 $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots$

这表明，并联电路总电阻的倒数等于各并联导体的电阻的倒数之和。

想一想

试证明：并联电路的总电阻小于任一个导体的电阻。并根据导体电阻的相关因素，对这一结论作出定性的解释。

【例 3】 如图 7-11 所示，电阻 $R_1=3\ \Omega$，$R_2=6\ \Omega$，安培计 A 的示数为 3 A。试求电路两端的电压和安培计 A_1 的示数。

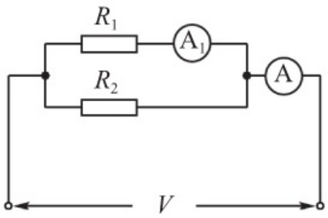


图7-11　并联电路

已知：电阻 $R_1=3\ \Omega$，

电阻 $R_2=6\ \Omega$，

总电流 $I=3$ A。

求：总电压 V，电流 I_1。

解：根据 $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$，可得

电路总电阻
$$R=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{3\Omega\times6\Omega}{3\Omega+6\Omega}=2\Omega$$

电路两端的总电压
$$V=IR=3\text{ A}\times2\ \Omega=6\text{ V}$$

安培计 A_1 的示数 $I_1=\frac{V}{R_1}$

$$=\frac{6\ \text{V}}{3\ \Omega}$$

$$=2\ \text{A}$$

【例 4】如图 7-12 是一个测量电阻的电路，定值电阻 R_0 的阻值为 240 Ω，当合下开关后，两个安培计 A_1、A_2 的示数分别为 2 A 和 3 A，试求待测电阻 R_x 的阻值。

已知：电阻 $R_0=240\ \Omega$，

电流 $I_1=2\ \text{A}$，

电流 $I_2=3\ \text{A}$。

求：待测电阻 R_x。

解：因为两个电阻并联，它们两端的电压相等。据欧姆定律，可列出

$$V=I_1R_0$$

$$V=I_2R_x$$

由上述两式，可得 $I_1R_0=I_2R_x$

所以 $R_x=\frac{I_1}{I_2}R_0$

$$=\frac{2\ \text{A}}{3\ \text{A}}\times 240\ \Omega$$

$$=160\ \Omega$$

答：待测电阻的阻值为 160 Ω。

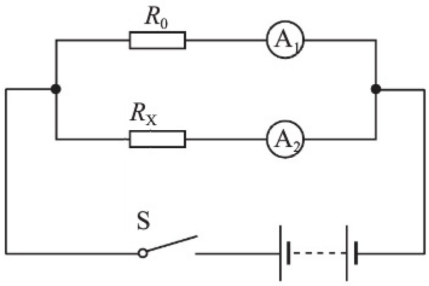


图7-12 测电阻电路

想一想

由例 4 的解答结果推测：在并联电路中，通过某个支路的电流与该支路电阻阻值之间存在着怎样的关系？并尝试推导出这个关系。

7.3 电能的利用

当你开启家里的空调，坐在柔和的灯光下，打开音乐播放器，安静地欣赏音乐的时候，你是否知道，空调、电灯、音乐播放器工作时，都无不例外地在消耗着电能？我们怎样量度电器消耗的电能呢？

7.3.1 电 功

想一想

下列各图中的电器工作时，电能分别转化为什么形式的能？



电视机 电水壶 油烟机

图7-13 各种电器

从能量转化角度看，所有电器实质上都是电能转化器。电器工作的过程就是电能转化为其他形式的能的过程。我们知道，功是能量转化的量度。电功（electric work）是电能与其他形式的能相互转化的量度。电流通过电器时做多少功，电器就把多少电能转化为其他形式的能。

与机械功一样，电功用符号 W 表示，其国际单位也是焦耳（符号为 J）。

7.3.2 电功率

观察图 7-14 所示的节能灯的铭牌，你可看到其上标有“15W”等字样，这个数字表示什么意思？

相同的时间内，不同的电器消耗的电能并不相等。也就是说，在不同的电器上，电流做功的快慢并不相同。电流做功的快慢用电功率（electric power）描述。单位时间内电流做的功称为电功率。



图7-14 节能灯

用公式表示，即

$$P = \frac{W}{t}$$

跟机械功率一样，电功率的单位也是瓦特(符号为 W)和千瓦(符号为 kW)。

想一想

如图 7–14 所示的节能灯正常发光时，每分钟内电流对节能灯做了多少功？节能灯把多少电能转化为光能和热能？

电灯和其他电器上都标有额定电压和额定功率。额定电压(rated voltage)是电器正常工作时的电压，额定功率(rated power)是电器在额定电压下消耗的功率。购买电器时，要根据实际的需要选择合适的功率。

表7–5　一些家用电器设备的功率

电器	功率（W）	电器	功率（W）	电器	功率（W）
电子表	0.001	普通照明灯泡	15～100	电熨斗	100～1500
半导体收音机	0.06～0.4	电冰箱	100～200	电饭煲	300～1500
21 吋彩色电视机	90	电脑	100～300	空调	950～2300
日光灯	3～40	吸尘器	800	电烤炉	450～1500

活动 5

取 3 盏电功率不同的节能灯：230 V　7 W、230 V　15 W、230 V　24 W，分别接到照明电路上，通电后，比较它们发光的亮度，并将它们按亮度增大的顺序排列：________________________________。

实验表明，对同类型的电灯，消耗的功率越大，亮度越亮。

7.3.3 电功和电功率的计算

你是否注意到，家里的电灯下半夜比上半夜要稍亮些？这说明同一个电器实际消耗的电功率并不是固定不变的。电器实际的电功率跟哪些因素有关呢？

活动 6

1. 把2个不同的灯泡 L_1、L_2 按图7–15所示的方式并联在电路上，用2个安培计分别测量通过2个灯泡的电流。合下开关，观察2个灯泡的亮暗，并记录2个安培计的读数。把观察结果记录在表7–6中。

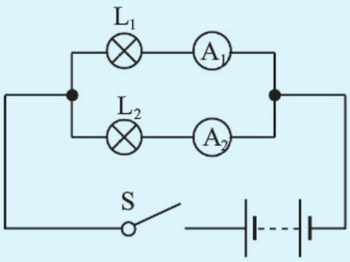


图7–15 研究电功率跟电流的关系

表7–6

	灯 L_1	灯 L_2
条件控制（电压关系）		
亮度（亮、暗）		
电流（A）		

由实验可得，在电压相等的情况下，通过灯泡的电流越大，灯泡消耗的电功率 ____________。

2. 把2个不同的灯泡 L_1、L_2 按图7–16所示的方式串联在电路上，用2个伏特计分别测量2个灯泡两端的电压。合下开关，观察2个灯泡的亮暗，并记录2个伏特计的读数。把观察结果记录在表7–7中。

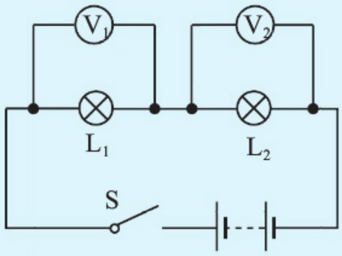


图7–16 研究电功率跟电压的关系

表7–7

	灯 L_1	灯 L_2
条件控制（电流关系）		
亮度（亮、暗）		
电压（V）		

由实验可得，在电流相等的情况下，灯泡两端的电压越高，灯泡消耗的电功率 ____________。

精确的实验可以得到：电器消耗的电功率，等于通过电器的电流与电器两端电压的乘积。用公式表示，即

$$P = VI$$

根据上述公式，电功率的单位瓦特（W）也可表示为 1 W = 1 VA。

根据功率和功的关系 $P = \frac{W}{t}$，可以得到电功的计算式，即

$$W = Pt$$

$$W = VIt$$

这就是说，电流在某段电路上做的功等于这段电路两端的电压与通过这段电路的电流，以及通电时间的乘积。

根据公式 $W = VIt$，单位焦耳也可表示为 1 J=1 VAs。

想一想

电功率计算公式 $P = \frac{W}{t}$ 与 $P = VI$ 有什么不同？

【例 5】图 7-17 所示的电炉标有“230V 45W”的字样，求该电炉丝的阻值和正常工作 10 min 消耗的电能。

已知：电压 $V = 230$ V，

电功率 $P = 45$ W。

求：电阻 R，电能 W。

解：由公式 $P = VI$ 和欧姆定律 $I = \frac{V}{R}$，可得

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(230\ \text{V})^2}{45\ \text{W}} \approx 1176\ \Omega$$

$$W = Pt = 45\ \text{W} \times 10 \times 60\ \text{s} = 27000\ \text{J}$$



图7-17 电炉

答：电炉丝的电阻为 1176 Ω，电炉工作 10 min 消耗的电能为 27000 J。

7.3.4 电能的测量

用电是需要支付电费的，你家上个月付给电力公司多少电费不是看你家电路总电流有多大，也不是看你家所用电器总功率有多大，而是看你家电路上个月消耗了多少电能。测量电路消耗电能的仪表称为电能表（electric energy meter），俗称电表。电能表的计量单位为 kWh（千瓦时）。

如图 7-18 所示是一种常用的电能表，其表盘上标识了不少符号或数字，你是否了解它们的意义？

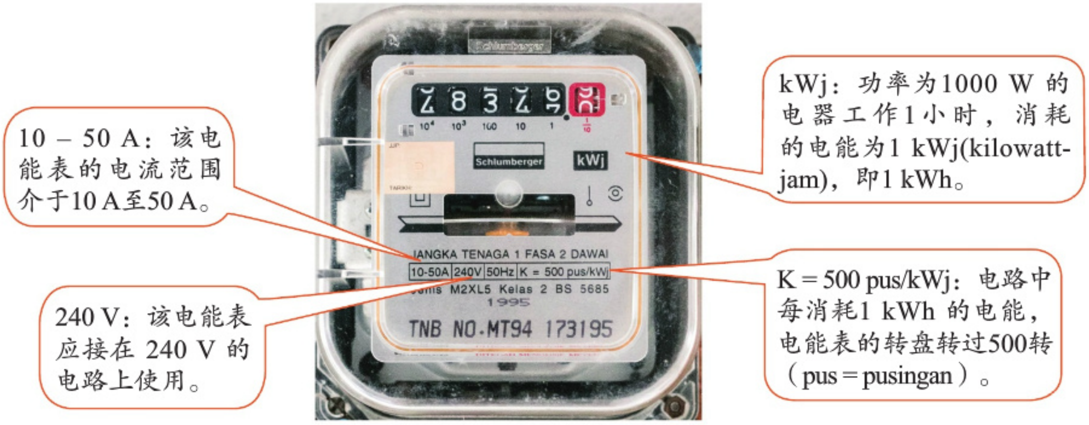


图7-18 电能表

用电时，电能表的铝质转盘便转动起来，计数器就将电路所消耗的电能记录下来。你会发现，家里电器开得越多，电能表转动就越快。电能表在某段时间的始末两次读数之差，就是这段时间内电路消耗的电能。

想一想

电能（或电功）有 J 和 kWh 两个单位，它们的关系是：

1 kWh= ____________ J。

【例 6】我国国家能源局的电费收费标准如表 7-8 所示。某家庭 6 月底和 7 月底电能表上显示的数字为 90870 kWh 及 91379 kWh，试计算这个家庭 7 月份应付的电费。

表7–8

TARIFF CATEGORY	NEW RATES (1 JANUARY 2014)
Tariff A – Domestic Tariff	
每个月首 200 kWh（1 — 200 kWh）	21.80 sen / kWh
每个月后 100 kWh（201 — 300 kWh）	33.40 sen / kWh
每个月后 100 kWh（301 — 400 kWh）	51.60 sen / kWh
每个月后 100 kWh（401 — 500 kWh）	
每个月后 100 kWh（501 — 600 kWh）	
每个月后 100 kWh（601 — 700 kWh）	54.60 sen / kWh
每个月后 100 kWh（701 — 800 kWh）	
每个月后 100 kWh（801 — 900 kWh）	
每个月后 kWh（901 kWh onwards）	57.10 sen / kWh
每月最低收费为 RM3.00	

已知：7 月份的用电量 = 91379 kWh − 90870 kWh

= 509 kWh

求：7 月份应付的电费。

解：

首 200 kWh（1—200 kWh）的电费 = 200 kWh × RM 0.218 / kWh

= RM 43.60

后 100 kWh（201—300 kWh）的电费 = 100 kWh × RM 0.334 / kWh

= RM 33.40

再后 209 kWh（301—509 kWh）的电费 = 209 kWh × RM 0.516 / kWh

= RM 107.84

7 月份的总电费 = RM 43.60 + RM 33.40 + RM 107.84

= RM 184.84≈RM185

答：这个家庭 7 月份应付的电费为 RM 185。

目前，有些地区开始使用电子式电能表（图 7–19），这种电能表没有转动的铝盘，它是靠内部的电子电路计算消耗的电能，读数由液晶板显示出来。



图7–19　电子式电能表

实验 1

测量小灯泡的功率

目标

1. 学习使用安培计和伏特计测电器功率的方法。
2. 了解电器的功率跟电器两端的电压有关，并加深对额定电压和额定功率的理解。

器材

小灯泡 1 个（标着额定电压），安培计、伏特计各 1 个，滑动变阻器 1 个，开关 1 个，电池组（总电压高于灯泡的额定电压）1 个，导线若干。

过程

1. 在右边的方框内画出实验电路图。
2. 按正确的电路图连接电路。
3. 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压恰好等于灯泡的额定电压。读出此时两个电表的读数，并记录在表 7–9 内。
4. 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压约为小灯泡额定电压的 1.2 倍。观察小灯泡的亮度变化（相对于额定电压下的亮度），读出两个电表的读数，在表 7–9 中记录两个电表的读数和灯泡亮度的变化情况。

5. 调节滑动变阻器，使小灯泡两端的电压约为小灯泡额定电压的 0.8 倍。观察小灯泡的亮度变化（相对于额定电压下的亮度），读出两个电表的读数，在表 7–9 中记录两个电表的读数和灯泡亮度的变化情况。
6. 计算出三种情况下小灯泡的功率。

表7–9　记录表

序号	电压（V）	电流（A）	功率（W）	灯泡亮度变化
1				
2				
3				

讨 论

1. 小灯泡在哪种情况下属于正常发光？
2. 如果一再降低或一再提高小灯泡两端的电压，将会出现什么情形？

7.4　变压器和电能的传输

从电厂生产出来的电往往是通过高压电线传输到用电地区的。为什么要采用高压输电？怎样改变电压的高低？



图7–20　高压输电

7.4.1 变压器

变压器（transformer）我们并不陌生，在路旁，在住宅区，我们常常可以看到各种变压器或变压器箱。电子设备的适配器、使用显像管的电视机、你

爸爸使用的充电式剃须刀等，里面都装有变压器。



裸露的变压器



适配器

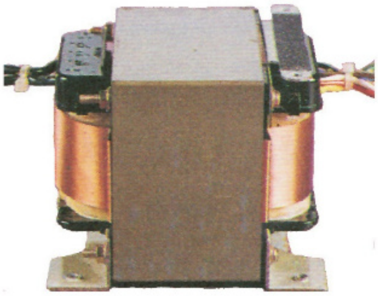


箱式变压器

图7-21　各式变压器

变压器能够改变电路的电压，以适合电器安全地使用。最简单的变压器及其结构如图 7-22 所示，它由一个闭合的铁芯和绕在铁芯上不相连接的两个线圈组成。其中与电源一侧连接的线圈称为初级线圈（primary coil），或称原线圈，与用电器一侧连接的线圈称为次级线圈（secondary coil），或称副线圈。

只有当电流随时间变化时，变压器才能改变它的电压。变压器不能改变恒定不变的直流电的电压。



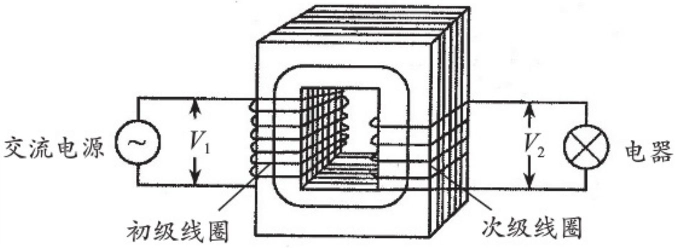


图7-22　最简单的变压器的外形和结构示意图

活动 7

1. 如图 7-23a 所示的变压器，初级线圈的匝数大于次级线圈的匝数。当初级线圈接交流电源后，用伏特计分别测出初级线圈两端的电压（或称输入电压）V_1 和次级线圈两端的电压（或称输出电压）V_2。比较两者的大小：V_1 __________ V_2。
2. 如图 7-23b 所示的变压器，初级线圈的匝数小于次级线圈的匝数。当初级线圈接交流电源后，用伏特计分别测出初级线圈两端的电压 V_1 和次级线圈两端的电压 V_2。比较两者的大小：V_1__________ V_2。

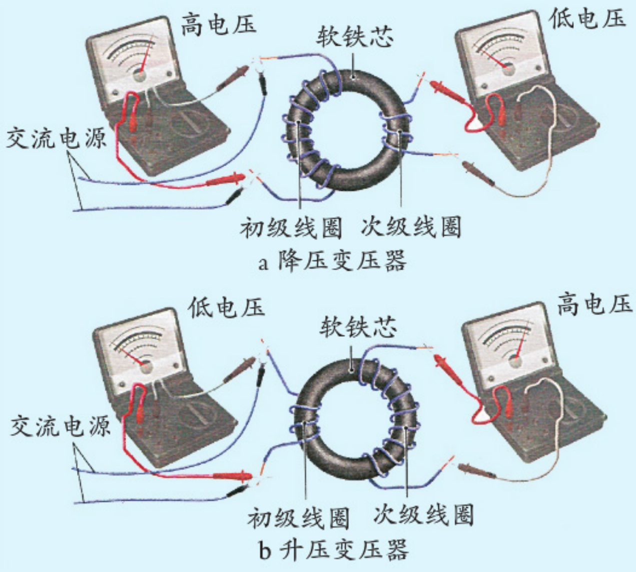


图7-23　升压变压器和降压变压器

由实验可得：当变压器初级线圈的匝数大于次级线圈的匝数时，变压器的输入电压大于输出电压；当变压器初级线圈的匝数小于次级线圈的匝数时，变压器的输入电压小于输出电压。

使电压升高的变压器称为升压变压器（step-up transformer），使电压降低的变压器称为降压变压器（step-down transformer）。

7.4.2　远距离输电

电厂与用户之间通常相距遥远，在远距离输电的过程中，由于输电导线有电阻，电流通过时会因发热而造成电能的损耗。所以，要减小输电过程中的能耗，一要减小输电导线的电阻，二要用较小的电流输电。

想一想

减小输电导线的电阻有哪些方法？其中哪些是可行的？这些方法客观上受到什么限制？



图7-24　高压输电线

根据电功率公式 $P=VI$，可得 $I=\frac{P}{V}$。若发电厂输出的电功率保持不变，则提高输电电压可以减小输电电流，从而减小能量损耗。此外，还可以适当增大导线的横截面积以减小导线的电阻来达到减小能量损耗的目的。

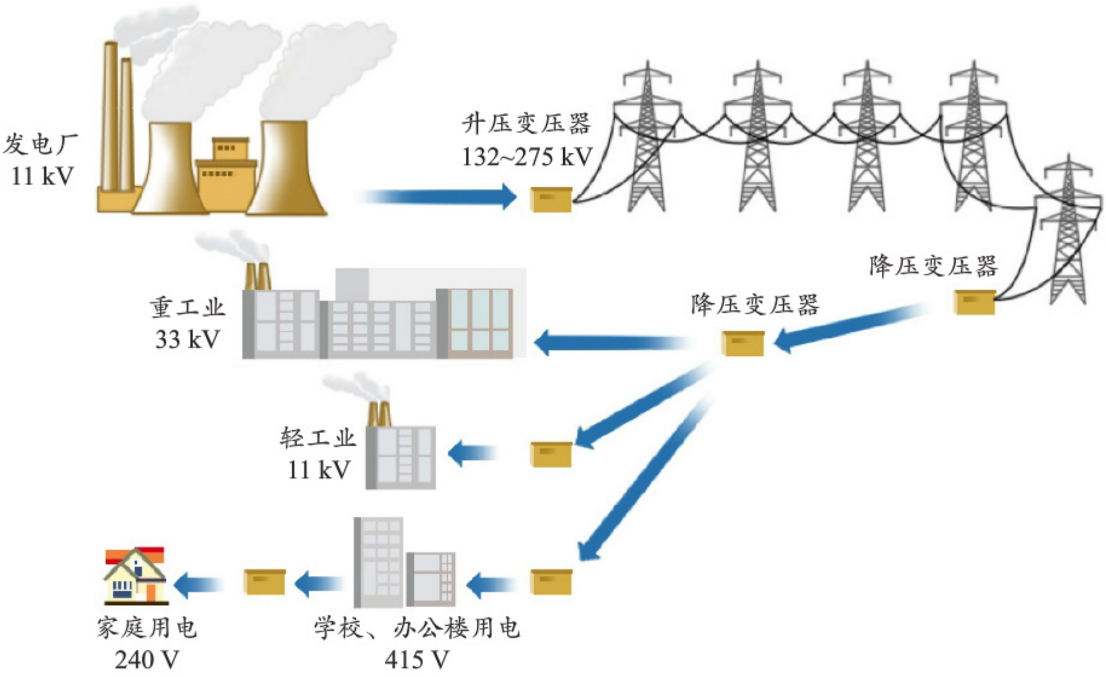


图7-25 远距离输电

由于大型发电机产生的电压只有几十千伏，而高压输电的电压通常为几百千伏，甚至上千千伏，用户使用的电压则通常为几百伏，所以，远距离输电时，必须在输出地把发电厂产生的电利用升压变压器提高电压，在到达地则要利用降压变压器降低电压供用户使用，如图 7-25 所示。

想一想

有些工业发达的城市，用电量很大，但缺少发电的煤。把火力发电厂建在远离城市的煤矿附近，再把产生的电输送到城市，与把煤矿产出的煤运输到城市附近发电相比，有什么好处？

小档案

变电站

变电站即为改变电压的场所。为了把发电厂发出来的电能输送到较远的地方，必须先把电压升高，到用户附近再按需要把电压降低，这种升降电压的工作靠变电站来完成。变电站的主要设备是开关和变压器。规模小的变电站称为变电所。

变电站是电力系统中变换电压、接受和分配电能、控制电力的流向的电力设施，它通过变压器将各级电压的电网联系起来。



图7–26　变电站一角

本章提要

1. 串联电路中各处的电流相等，即$I_1=I_2=I_3=\cdots$；总电压等于各部分电路两端的电压之和，即$V=V_1+V_2+\cdots$；总电阻等于各串联导体的电阻之和，即$R=R_1+R_2+\cdots$
2. 并联电路中的总电流等于各支路中的电流之和，即$I=I_1+I_2+\cdots$；总电压与各支路两端的电压相等，即$V=V_1=V_2=\cdots$；总电阻的倒数等于各并联导体的电阻的倒数之和，即$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots$
3. 电流通过电器时所做的功称为电功。电流做功的过程是电能与其他形式的能相互转化的过程，电能与其他形式的能相互转化了多少用电功量度。电功的计算公式是$W=IVt$。
4. 电功率表示电流做功的快慢，也即电能与其他形式的能转化的快慢。电功率等于单位时间内电流所做的电功，其计算公式为$P=IV$。电器正常工作时的功率叫做额定功率。
5. 电路消耗电能的多少用电能表测量，电能表的计量单位为kWh，1 kWh=3.6×10^6 J。
6. 变压器可以改变电路的电压，使电压升高的变压器称为升压变压器，使电压降低的变压器称为降压变压器。
7. 远距离输电会造成较大的能量损耗，采用高压输电可以减小能量损耗。

练 习 题

一、选择题

1. 在图 7–27 的电路中，当开关 S 闭合时，灯泡 L_1、L_2 两端的电压分别为 V_1、V_2，电源两端的电压为 V，已知灯泡 L_1 和 L_2 的电阻不同，则三个电压之间的关系是（　）。

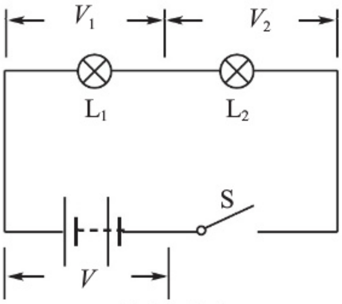


图7–27

A. $V_1 = V_2 = V$

B. $V_1 = V_2 < V$

C. $V_1 = V_2 > V$

D. $V = V_1 + V_2$

2. 两个电阻 R_1 和 R_2，已知 $R_2=R_1/4$，将它们串联后接入电路中，R_1 两端的电压为 4 V，通过 R_1 的电流为 2 A，则电阻 R_2 两端的电压和通过 R_2 的电流分别为（　）。

A. 4 V，2 A　　B. 8 V，1 A

C. 1 V，2 A　　D. 0.25 V，2 A

3. 在如图 7–28 所示的电路中，通过灯泡 L_1、L_2 的电流分别为 I_1、I_2，干路上的电流为 I，已知灯泡 L_1 和 L_2 的阻值不同，则三个电流之间的关系是（　）。

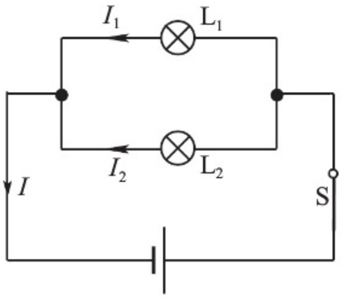


图7–28

A. $I_1 = I_2 = I$

B. $I_1 = I_2 < I$

C. $I_1 = I_2 > I$

D. $I = I_1 + I_2$

4. 在如图 7–29 所示的电路中，电源电压恒定，电阻 $R_1=10\ \Omega$，$R_2=15\ \Omega$。开关 S 闭合前，安培计的示数为 0.3 A。将开关 S 闭合后，通过电阻 R_1 的电流 I_1 和安培计的示数 I 分别为（　）。

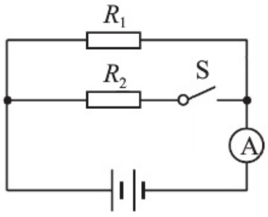


图7–29

A. $I_1 = 0.3$ A，$I = 0.5$ A

B. $I_1 = 0.3$ A，$I = 0.2$ A

C. $I_1 = 0.2$ A，$I = 0.1$ A

D. $I_1 = 0.2$ A，$I = 0.5$ A

5. 如图 7–30 所示的四个电路中，电源电压均为 V，每个电阻的阻值都相同，则四个电路中安培计读数最大的是（　　）。

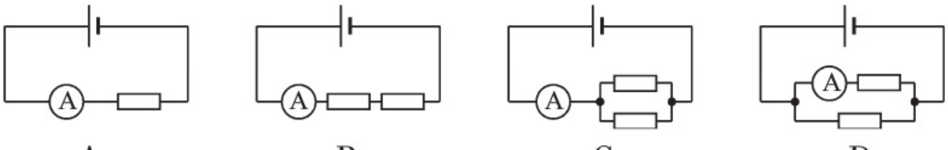


图7–30

6. 某电热壶的铭牌上标有“230 V　1500 W”的字样，则该电热壶工作时（　　）。

A. 每秒钟消耗的电能为 1500 W

B. 每秒钟消耗的电能为 1500 J

C. 在 230 V 电压下每秒钟消耗的电能为 1500 W

D. 在 230 V 电压下每秒钟消耗的电能为 1500 J

7. 计算电功率的正确公式是（　　）。

A. $P = IV$　　B. $P = \dfrac{V}{I}$　　C. $P = \dfrac{I}{V}$　　D. $P = I^2V$

8. 下列各个仪表中，可直接用来测量电功的是（　　）。

A. 安培计　　B. 伏特计　　C. 电能表　　D. 欧姆表

9. 远距离输电通常采用升高输电电压的方式，这样做的目的是（　　）。

A. 减小输电电流，以减小输电线上的能耗

B. 增大输电电流，以减小输电线上的能耗

C. 减小输电电流，以减小输电功率

D. 增大输电电流，以增大输电功率

二、简答题

1. 如图 7–31 所示，电源电压保持 12 V 不变，当滑动变阻器的滑动触头 P 移至 A 端时，安培计的示数为 0.4 A。当 P 移至 B 端时，安培计的示数为 0.3 A。求：

（1）电阻 R_1 的阻值。

（2）滑动变阻器的最大阻值。

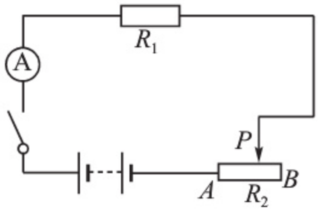


图7–31

2. 家庭电路的电压为 230 V，若家里正在使用“230 V　40 W”的电风扇和“230 V　1000 W”的电熨斗。不计线路的电阻，试求此时电路的总电流。(精确到 0.1 A）

3. 某家庭 8 月底、9 月底电能表上显示的数字如图 7-32 所示，这个家庭在 9 月份的用电量为 ____________ kWh。

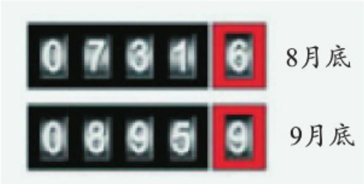


图7-32

4. 实验表明，1 个 4 W 的 LED 灯的亮度与 1 个 40 W 的白炽灯相当。如果家里照明原来用 4 个 40 W 的白炽灯，现全部换成 4 W 的 LED 灯。假设每天开灯 5 h，则换了 LED 灯后，家里一年（按 365 天计）能省多少电？

5. 设想你家有一台发电机，你想用它来发电。你制造了一个装置，像骑脚踏车一样来带动发电机转动。你连续工作 10 h，发电机能够产生多少电能？购买这些电能需要多少钱？（人长时间工作的功率约为 70 W，电价为 0.22 RM/kWh，不计能量损耗）

第三单元

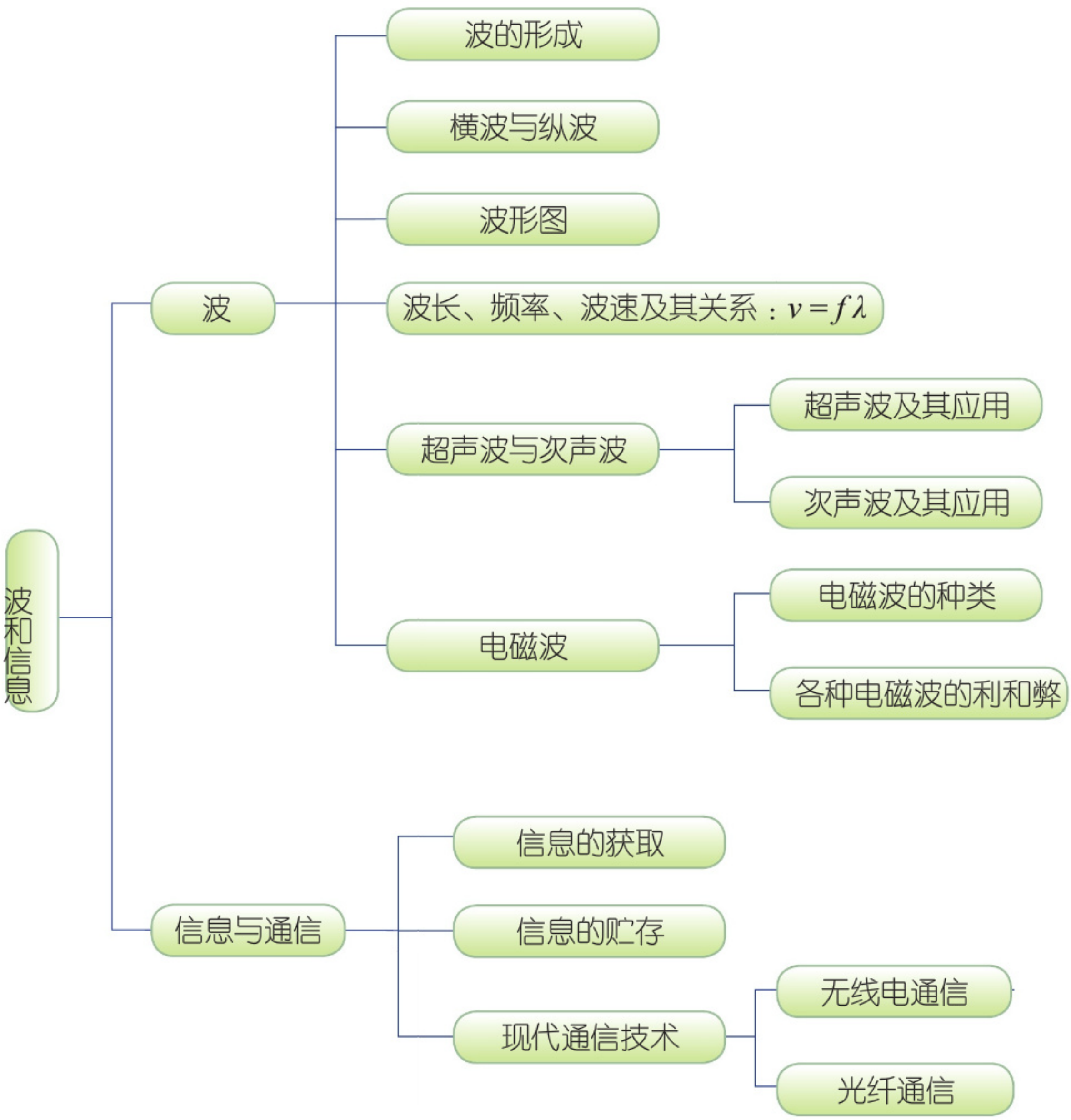
科学技术使人类社会更美好

第8章 波和信息

学习目标

1. 知道波的性质。
2. 知道波既是振动状态的传播也是能量的传播。
3. 知道波有横波和纵波。
4. 认识波形图。
5. 知道超声波和次声波在生活中的应用。
6. 知道无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线都是电磁波。
7. 知道信息的获取、贮存和传递的过程。

本章概念图


波和信息
波
波的形成
横波与纵波
波形图
波长、频率、波速及其关系：$v=f\lambda$
超声波与次声波
超声波及其应用
次声波及其应用
电磁波
电磁波的种类
各种电磁波的利和弊
信息与通信
信息的获取
信息的贮存
现代通信技术
无线电通信
光纤通信

8.1 波

2004 年 12 月 26 日，印度洋发生了特大的海啸，造成了巨大的人员伤亡和财产损失，遇难人数近 30 万人。海啸是什么原因引起的？海啸中巨大的海浪是怎样形成的？



图8-1 海啸

8.1.1 波的形成

活动 1

1. 如图 8-2，水槽里装有水，水面上漂浮着一片树叶。用铅笔头在树叶附近点击一下水面，水面上将会出现一圈由内向外逐渐扩大的波纹。铅笔头持续不断地点击水面，水面上将会出现一圈圈由内向外逐渐扩大的波纹。水面上的树叶只是做上下振动。
2. 如图 8-3，将绳子的一端固定，绳上某处系一条带子。将绳的另一端上下振动一次，绳上将出现一个由近及远移动的波形。将绳端持续地上下振动，绳上将出现由近及远移动的连续波形。系在绳上的带子只是做上下振动。



图8-2 水波

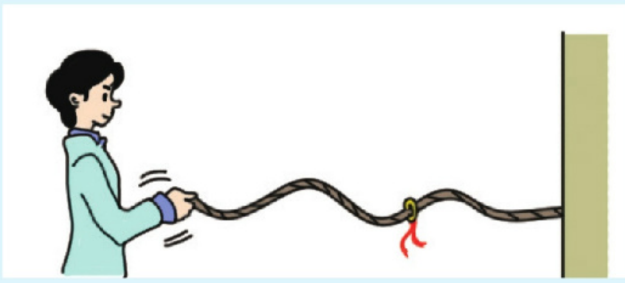


图8-3 在绳上传播的波

在上述实验中我们看到，当铅笔点击水面某点，使该点水面做上下振动时，水面上会由内而外产生一圈圈起伏相间的水波，使周围的水面也随之上

下振动。当振动绳端时，绳上将会出现起伏相间的波，使绳上各处也随之上下振动。可见，所谓波（wave）实质上就是振动由近及远地向外传播，也是能量由近及远地向外传播。

想一想

在水波向外传播的过程中，水是否也会由近及远地向外移动？

生活中我们常常可以看到与上述实验类似的波的现象。例如，带操运动员晃动彩带的一端，彩带上便会出现起伏相间的波形（图 8-4）。



图8-4 彩带产生的波形

8.1.2 横波与纵波

活 动 2

如图 8-5 所示，将一根长而软的弹簧放于光滑水平面上，沿着弹簧轴线的方向不断来回推拉弹簧。弹簧上将出现弹簧圈密集和稀疏相间的状态，并且疏部和密部的位置将会由近及远地向另一端移动。

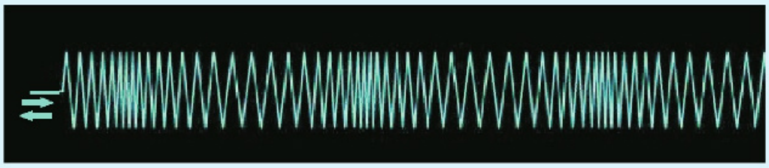


图8-5 在弹簧中传播的波

上述实验也是产生波的一种方式。当推拉弹簧的一端使之发生振动时，弹簧上形成的疏密相间状态会向另一端传播。弹簧通过这种波的方式，将一端的来回振动传给各个弹簧圈，使各个弹簧圈也随之来回振动起来。

活动 3

1. 在图 8-3 上任取一小段绳，标出该小段振动的方向和绳上的波传播的方向。
2. 在图 8-5 上任取一个弹簧圈，标出该弹簧圈振动的方向和弹簧上的波传播的方向。
3. 从介质振动的方向与波传播的方向关系看，绳上传播的波和弹簧上传播的波有什么不同？

波有横波和纵波之分，介质振动方向与波传播方向相互垂直的波，称为横波（transverse wave），也叫凹凸波，绳上传播的波属于横波。介质振动方向与波传播方向在同一直线上的波，称为纵波（longitudinal wave），也叫疏密波，弹簧上传播的波、声波都属于纵波。

海啸是由地震引起的。地震是地球内部局部发生急剧的破裂或错动产生地震波，从而在一定范围内引起地面震动的现象。如果地震产生于海底浅层，容易引发海水剧烈起伏而形成海啸（tsunami），如图 8-6 所示。

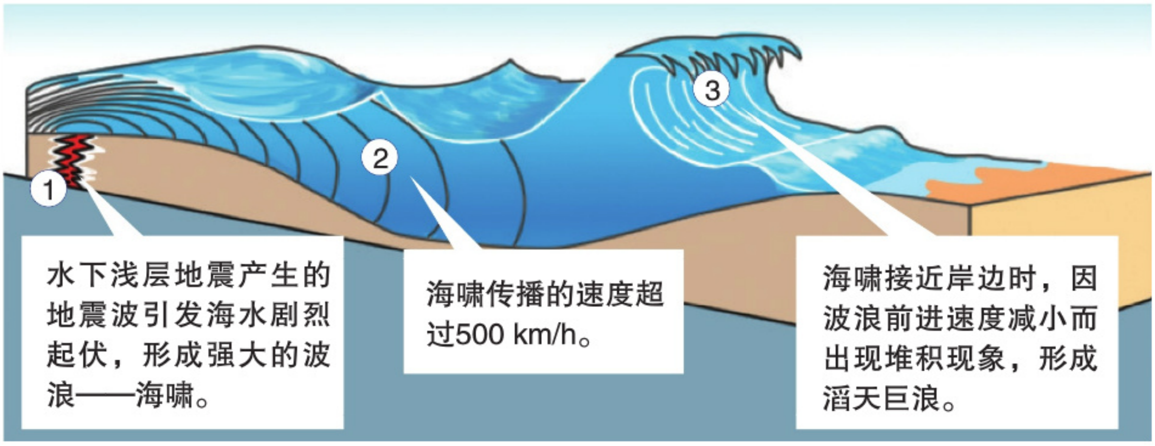


图8-6　海啸的形成

小档案

海啸的前兆

地震引发的海啸登陆之前，会有一些明显的前兆。常见的前兆大致有四种：一是海水异常的暴退或暴涨；二是离海岸不远的浅海区，深蓝色的海面突然变成白色，其前方出现一道长长的明亮的水墙；三是位于浅海区的船只突然剧烈地上下颠簸；四是突然从海上传来巨大的、惊人的“咆哮”声。当出现这四种前兆现象时，人们必须赶快向高处逃跑，否则，长则几分钟，短则几十秒，人就会被巨浪吞没。

8.1.3 波的描述

波可以用如图 8-7 所示的波形图直观地描述，其中凸起的部位称为波峰（crest），凹下的部位称为波谷（trough），波形延伸的方向即为波传播的方向。相邻两个波峰或两个波谷之间的距离称为波长（wavelength）。

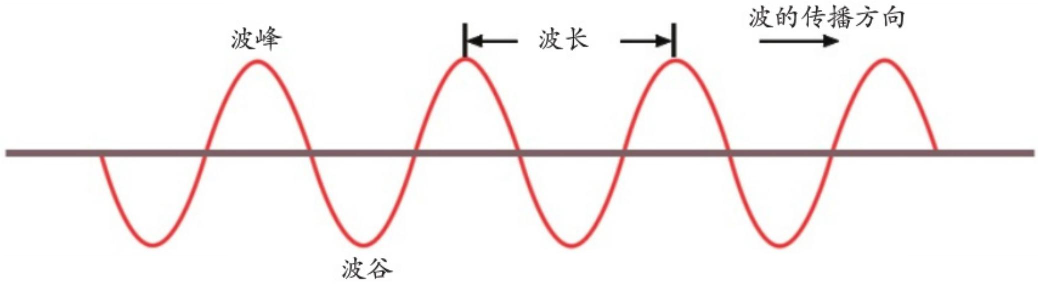


图8-7 波形图

对于横波来说，波形图中波峰与波谷与波的起伏完全一致。对于纵波来说，波形图中的波峰与介质的密部相对应，波形图中的波谷与介质的疏部相对应。如图 8-8 反映的是声波中的密部和疏部与波形图的对应关系。

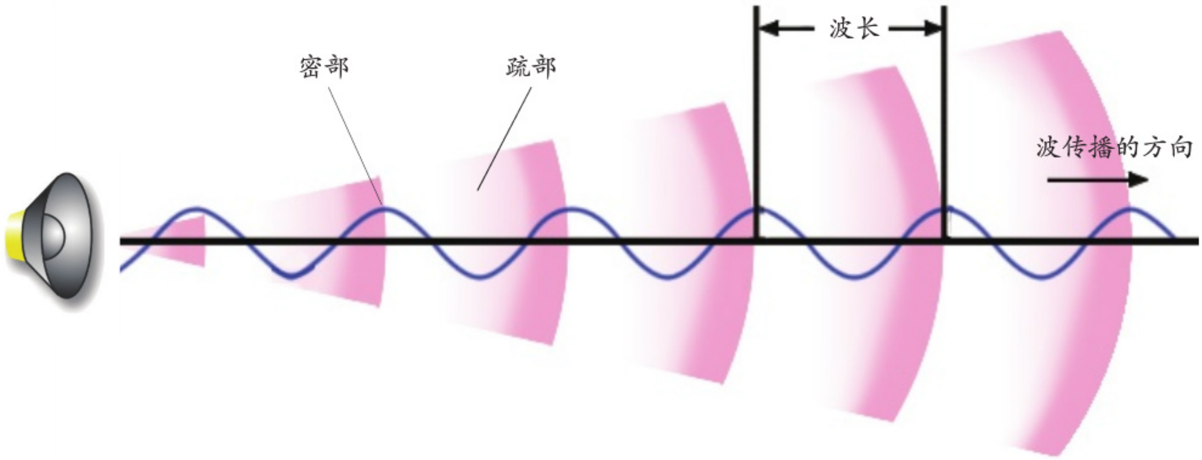


图8-8 声波与波形图的对应关系

从绳波中我们可以看到，绳端每上下振动一次，绳上就产生一个波峰和一个波谷，波就传播一个波长的距离。绳端上下振动几次，绳上就出现几个波峰和几个波谷，波就传播几个波长的距离。在 1 s 钟内产生的波峰数（或波谷数）称为波的频率，单位为赫兹（符号为 Hz）。由此可以得出波在 1 s 钟内传播的距离，即波速为

$$波速 = 频率 \times 波长$$

用 v 表示波速，f 表示频率，λ 表示波长，则有

$$v = f\lambda$$

> 波速公式虽然是由绳波推导出来，但它对于各种波都是适用的。

想一想

舞台上正在表演男女声二重唱（图 8-9）。低沉浑厚的男低音和高亢嘹亮的女高音交混在一起，构成优美的和声。是男声的波长大还是女声的波长大?



图8-9　男女声二重唱

【例 1】国际标准音 A 的频率为 440 Hz。如果某音叉发出的音为 440 Hz，这种声音在空气中传播的速度为 340 m/s，试求这种声音在空气中传播时的波长。

已知：频率 $f = 440\ \text{Hz}$，

波速 $v = 340\ \text{m/s}$。

求：波长 λ。

解：根据波速公式 $v = f\lambda$，可得

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340\ \text{m/s}}{440\ \text{Hz}} = 0.773\ \text{m}$$

答：这种声音在空气中传播时的波长为 0.773 m。

8.2　超声波和次声波

1948 年，一艘名为“乌兰格梅奇号”的荷兰货船，在通过马六甲海峡时突然遇到海上风暴。当救助人员赶到时，发现船上所有人员都莫名其妙地死了。你知道谁是残杀这些船员的凶手吗?

8.2.1 超声波和次声波

活 动 4

如图 8-10 所示，在电脑上接上音箱，利用电脑的音频讯号发生器软件发出声音，音频讯号的频率从 40 Hz 开始逐渐变高。先举起你的右手，当你开始听不到声音时，把手放下。



图8-10 音频讯号发生器发声实验

上述实验表明，人耳能够听到的声音频率是有一定范围的，频率过高的声音人耳无法听到，不同的人能听到的声音的最高频率有所不同。同样，频率过低的声音人耳也是无法听到的，不同的人能听到的声音的最低频率也有所不同。大多数人能听到的声音频率都在 20～20000 Hz 之内。

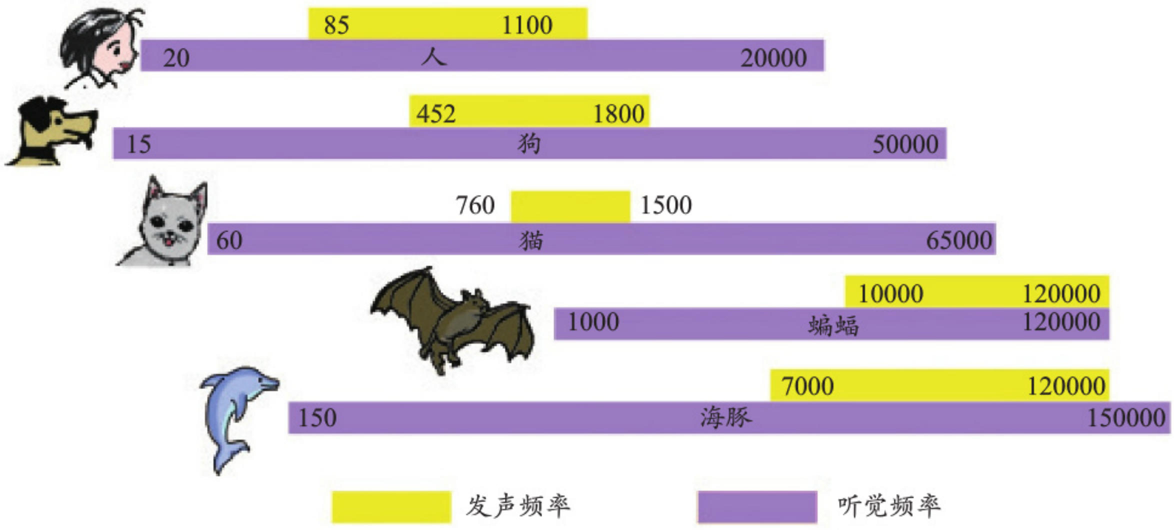


图8-11 人和一些动物的听觉频率范围和发声频率范围（单位：Hz；色带长度不成比例）

想一想

大多数人能听到的声音频率在 20～20000 Hz 之间，其对应的声波在空气中的波长的范围是多少（设空气中的声速为 340 m/s）？

我们把频率低于 20 Hz 的声波称为次声波（infrasound），把频率高于 20000 Hz 的声波称为超声波（ultrasound）。地震、火山爆发、风暴、雷暴、海浪冲击以及机器的振动等，都会产生次声波。海豚、蝙蝠等动物都能发出超声波，大象、老虎、鳄鱼等动物都能发出次声波。

蝙蝠（图 8-12）飞行时，能够发出频率高达 120000 Hz 的超声波，并能够接收回声。借助超声波回声定位的方法，蝙蝠既可以避免撞上物体，也可以寻找食物。蝙蝠虽然有眼睛，但它们通常更多是靠听觉而不是视觉“看东西”的。

大象（图 8-13）听声的频率范围为 1～20000 Hz，它们能够用次声波交流。大象会用脚踏击地面而产生出一种次声。这种次声可以通过地面传到 50 km 以外的地方，被其他大象听到。



图8-12　蝙蝠用超声波定位猎物或障碍物



图8-13　大象用次声波交流信息

8.2.2　超声波和次声波的应用

超声波和次声波在我们的生活中有着十分广泛的应用。

孕妇产前需要多次进行超声波产检（图 8-14）。做超声波体检时，医生用一个探头探测孕妇的腹部。探头发出频率约为 2×10^{6} Hz 的超声波，超声仪接收并测量反射回来的超声波。通过分析反射声波的密度和频率，显示屏上会出现一幅图象——超声波扫描图，以反映胎儿的发育状况。超声波检查还可用来诊断体内器官和组织是否发生病变，是医疗检查的重要手段。

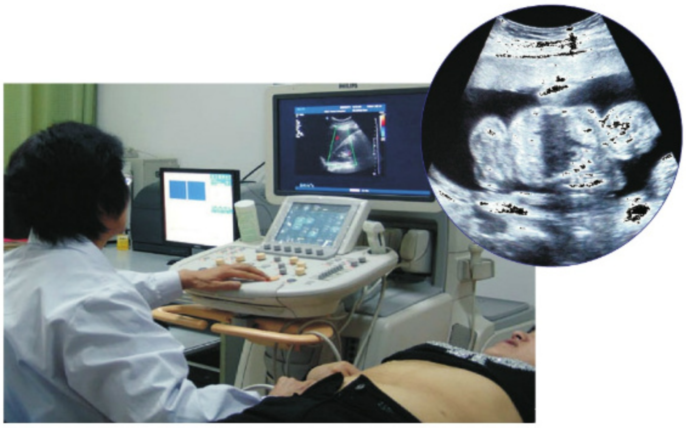


图8-14　利用超声波作产检

天然气或有毒气体等的泄漏不但会造成严重的经济损失，还会造成严重的危害。工业上有许多检测气体泄漏的技术,其中一种就是利用次声波衰减慢、传播距离远等特点进行检测的。

次声波对人体是有害的，如果次声波的功率很强，人体受其影响后，会出现呕吐、呼吸困难、肌肉痉挛、神经错乱、失去知觉，甚至内脏血管破裂而丧命。“乌兰格梅奇号”的船员就是丧命于次声波的。由于次声波具有看不见，听不到，传播距离远，穿透力很强等特点，早已引起一些军事科学研究者的关注。

小档案

水母耳风暴预测仪

海上风暴来临之前，海浪与空气摩擦产生 8～13 Hz 的次声波，人耳无法听到，而水母特殊的听觉系统可以听到这种声音。科学家仿照水母的听觉系统，发明了“水母耳风暴预测仪”(图 8-15)，它由喇叭、共振器、传感器和指示器等组成。把这种仪器安装在出海的船上，当接受到风暴的次声波时，可做 360° 旋转的喇叭会自行停止旋转，它所指的方向，就是风暴过来的方向；指示器上的读数可告知风暴的强度。这种预测仪能提前 15 h 对风暴作出预报，对航海和渔业的安全都有重要意义。

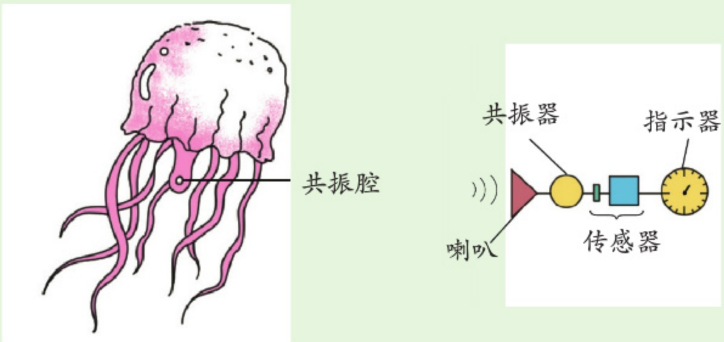


图8-15　水母和水母耳风暴预测仪

8.3 电磁波

如果问你一个空杯里有什么，你可能会说有空气。其实，杯子里除了充满空气，还充满了电磁波（electromagnetic wave）。

8.3.1 电磁波家族

电磁波是一个庞大的家族，无线电波、红外线、可见光、紫外线、X 射线、γ 射线等等，都是电磁波家族的成员，它们之间的差别只是处于不同的频率范围而已。

所有电磁波都和光一样，在真空（或空气）中具有相同的速度，都是 3×10^8 m/s。波速、频率与波长三者之间都遵守关系式：$v=f\lambda$。

读 图

图 8-16 展示的是电磁波家族的各个成员。

1. 频率最高的是哪种电磁波？频率最低的是哪种电磁波？
2. 电磁波的波长和频率之间有什么关系？

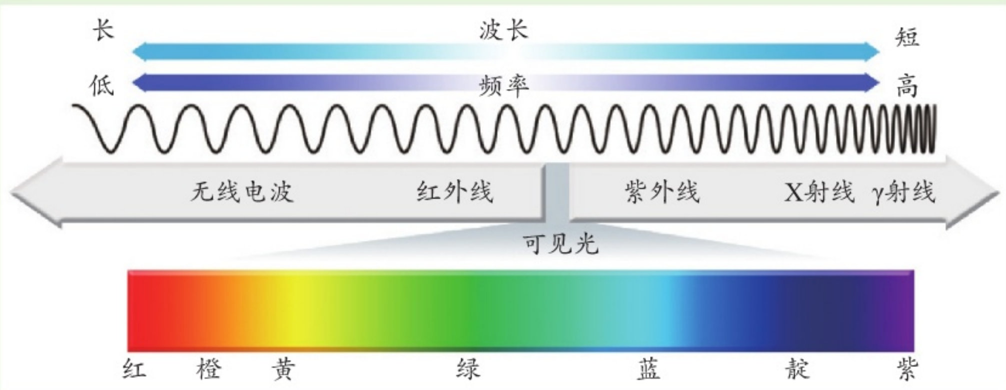


图8-16 电磁波谱

8.3.2 电磁波与我们的生活

除可见光给我们带来了光明外，其他电磁波也与我们的生活息息相关。

当你收听收音机时，收音机接收到的是电台发射出来的无线电波。无线电波（radio wave）是波长最长、频率最低的电磁波。其波长范围很大，短到

几毫米，长到几十千米。按波长的长短，无线电波又可分为长波、中波、中短波、短波、微波。我们在收音机上利用选台旋钮可选择不同频率的无线电波，收音机通常会显示出你正在收听的电台的频率。

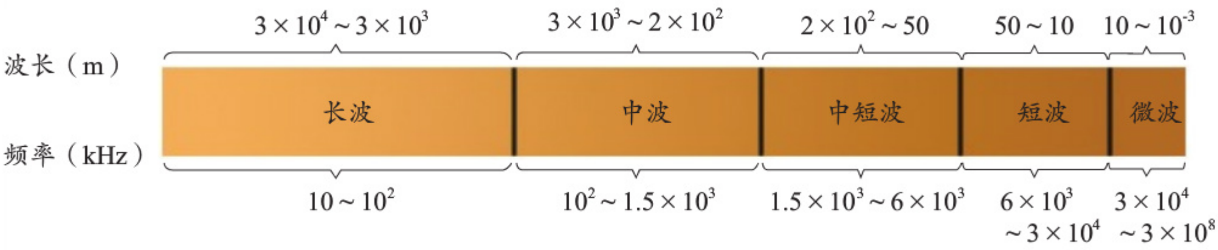


图8–17　无线电波各个波段的频率和波长

当我们沐浴在阳光中时，同时也会受到太阳紫外线（ultraviolet rays，UV）的辐射。紫外线的波长比紫光更短，少量紫外线可使皮肤细胞变得健康，帮助骨骼和牙齿合成人体所需的维生素 D，利于人体对钙的吸收和骨骼的发育。紫外线还具有杀菌的作用，医院和厨房常用紫外线杀灭细菌（图 8–18）。但紫外线的过度照射会使皮肤灼伤，人若过多暴露在阳光下会导致皮肤癌变和伤及眼睛。不少地区的天气预报都有紫外线辐射指数这一项目。使用抗紫外线防晒霜和戴太阳镜，能降低紫外线对人体的伤害。

当你按下电视机遥控器时，遥控器就会射出一束红外线（infrared rays）。红外线的波长比红光更长，它的主要效应是热效应。所有物体无论温度高低都会向外辐射红外线，太阳的热量主要就是通过红外线传到地球的。比起冷的物体，热的物体能发出更强的红外线。夜视仪（图 8–19）、红外线照相机等等器件都是利用红外线的热效应工作的。



图8–18　紫外线消毒柜

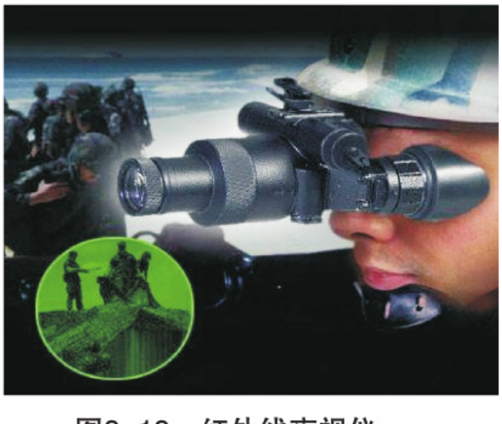


图8–19　红外线夜视仪

微波（microwave）是一种高频率的电磁波，也是波长最短的无线电波。家庭使用的微波炉（图 8-20）就是利用食物吸收微波能量而将食物加热的烹饪器具。微波本身并不产生热，在微波炉中，当磁控管通电后，会连续产生高强度的微波。这些微波辐射到食品上时，会使食品中的水分子以每秒几十亿次的频率快速振荡，从而使食品的温度升高。用微波炉加热食品，因食品内部也同时被加热，所以升温较快。

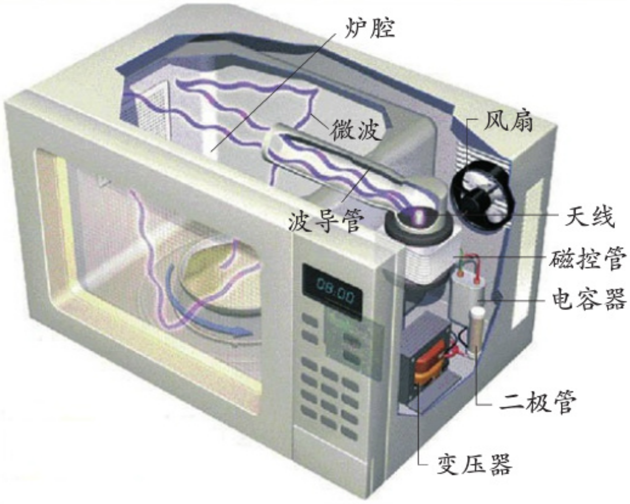


图8-20　微波炉

X 射线（X-ray）是波长极短、穿透性很强的电磁波，医院常用它对人体内部进行拍片检查。拍片时，X 射线可以穿过人体软组织，在胶片的相应部位显示为黑色。吸收 X 射线的骨骼等人体结构在胶片上则显示为白色（图 8-21）。类似地，X 射线还可用来检查钢筋混凝土结构中是否有小裂缝，或检查石油和天然气管道的连接处是否存在缺陷。但过多接触 X 射线会导致癌症。所以，在应用 X 射线时，要注意采取必要的防护措施。

γ 射线（γ ray）是波长最短、穿透能力最强的电磁波。它会对人体造成严重的伤害。医疗中，医生会在严格控制的条件下，用 γ 射线对癌症病人进行放射治疗（图 8-22）。

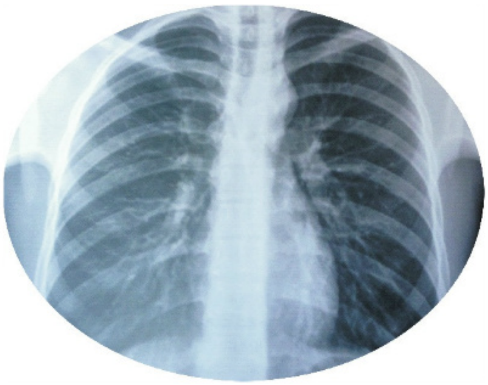

图8-21　用X射线拍的胸片


图8-22　放射治疗

小档案

温室效应的成因

太阳向地球辐射的光和热实际上是多种波长混合的电磁波。地球大气中的二氧化碳、水汽等气体能让短波辐射顺利通过，但对长波辐射却会起反射和吸收作用。如图 8-23 所示，穿过大气层的短波辐射被地面吸收后，会以长波（红外线）的形式再向外辐射。这些长波辐射绝大部分会被二氧化碳、水汽等气体反射或吸收，无法逸出大气层。而被吸收的长波辐射又会再向地球发射。大气中的二氧化碳、水汽等气体以这样的方式使地球保持一定的温度，这就是温室效应产生的原因，这些气体也叫做温室气体（greenhouse gas）。

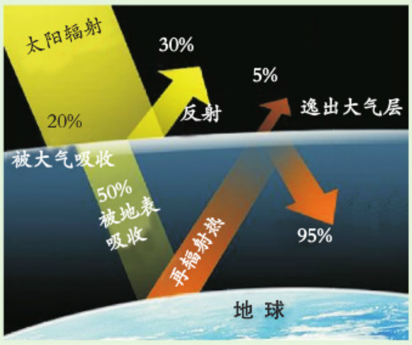


图8-23　温室效应的成因

8.4　信息与通信

当飞船在太空遨游时，地面上的测控人员要实时了解飞船所在的位置，并与飞船上的宇航员进行联络。这些都是依靠怎样的方法实现的呢？

8.4.1　信息的获取

当你身体不适去医院看病时，医生会给你量体温，量血压，把脉搏……所有这些，都是为了获取反映你身体状况的相关信息。获取信息是人们进行判断和决策的前提，科学技术使人类获取信息的能力得到了极大的提高。

四百多年前，意大利科学家伽利略用自制的望远镜观察天空（图 8-24），他在几个晚上观察到的东西，要比他之前的天文学家在 3000 年中观察到的总和还要多。现代射电望远镜（图 8-25）可用来捕获天体发出的电磁辐射，人们利用它能够观察到约 137 亿光年之远的星云和星系。



图8-24　伽利略和他设计的望远镜（复原图）



图8-25　射电望远镜

三百多年前，荷兰科学家安东·列文虎克研制出多个结构简单的显微镜（图 8-26）。列文虎克从他的显微镜中观察到了细菌和原生动物，首次揭示了人类从未认识的生物——微生物的存在。现代电子显微镜（图 8-27）能将观察对象放大几亿倍，使我们看到一些物质表面的原子。



图8-26　列文虎克和他的显微镜



图8-27　电子显微镜

想一想

你知道医生获取病人病情相关信息的手段都有哪些？

8.4.2　信息的贮存

走进图书馆，你可以看到一排排书柜中存放的各种类别的图书（图 8-28）。它们贮存着海量的图文信息，使人类的文化得以世代传承。现代信息技术为我们开发了许多贮存信息的新载体，极大地提高了信息贮存的容量，也使信息的贮存和检索更为便利。



图8-28　大英图书馆拥有超过一亿五千万件馆藏

光盘（optical disc）是贮存信息的极佳的载体，可以用来存储文字、图片、



图8-29　一张光盘可贮存一大叠图书的信息

音频和视频等信息。一张容量为 600 MB 的光盘所存储的文字量，如果密密麻麻地印刷在 16 开纸上，大约需要 25 万页（图 8-29）。

硬盘（hard disk）是电脑主要的存储媒介之一。移动硬盘（mobile hard disk）是以硬盘为存储介质，可用于电脑之间交换大容量数据（图 8-30）的设备。

U 盘的全称是 USB 闪存盘（USB flash disk），它是一种使用 USB 接口直接与电脑连接、即插即用的微型高容量移动存储设备（图 8-31）。它因体积小、便于随身携带等优点受到人们的青睐。

当今我们的生活已经离不开各种各样的磁卡（magnetic card），如储蓄卡、超市购物卡、门卡、电话卡，职员识别卡等等（图 8-32）。这些磁卡分别贮存着不同类别的信息，如银行储蓄卡就贮存着用户的姓名、身份证号码、存款余额等信息。



图8-30　移动硬盘



图8-31　U盘



图8-32　各种磁卡

8.4.3　现代通信技术

在中国古代建造的长城上，每隔一二百米就有一个烽火台（图 8-33）。人们通过在烽火台上用不同的方式点燃烽火，就能把有关的军事信息传递到远方。像这种通过某种媒介传递信息的过程就称为通信。现代通信技术的飞速发展，使信息的传递更为快捷、便利，深刻地改变了人类的生活方式和生产方式。



图8-33　长城烽火台

无线电通信是将信息搭载在无线电波上在空间进行传递的通信方式，它是最为常用的现代通信方式。收音机、气象卫星、广播通讯卫星、汽车导航仪、移动电话，以及大多数电视机等，都是利用无线电波的不同波段进行通信的。

移动电话（图 8-34）是一种使用非常方便的通信工具。每一部移动电话都既是无线电波发射器，又是无线电波接收器。当你用移动电话通话时，移动电话会将你的声音转变为电信号通过无线电波发射出去，又会接收到对方发来的无线电波，并把电信号转化为声音信号。



图8-34　用移动电话通信

想一想

许多航空管理部门规定，禁止乘客在飞机上使用移动电话。为什么？

小档案

通信卫星

通信卫星（communication satellite）是用作无线电通信中继站的人造地球卫星，它能够转发无线电信号、实现地球站之间或地球站与航天器之间的通信。它接收来自某个地球站或航天器的信号，然后再投射到另一个地球站或航天器（图 8-35）。由于它位于 36000 km 的高空，所以其通信覆盖面特别大。只要在轨道上均匀放置三颗通信卫星，便可以实现除南北极之外的全球通信（图 8-36）。通信卫星一般采用地球静止轨道，即它环绕地球的运行与地球的自转同步。这样，它相对于地面是静止的，地面站的天线可以固定对准卫星，昼夜不间断地进行通信。

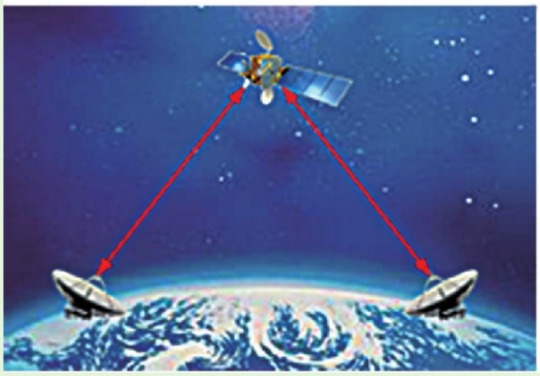


图8-35　通信卫星的作用

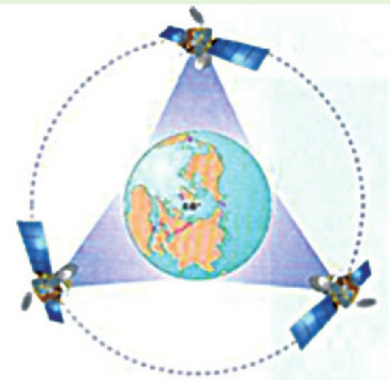


图8-36　通信卫星的覆盖面

光纤通信（optical fiber communication）是将信息搭载在光波上通过光导纤维进行传递的通信方式。由于光纤通信具有容量大、造价低、保密性好、传输质量高等优点，虽然光纤通信技术出现和发展的历史至今不过三四十年，但它已经给世界通信的面貌带来了巨大的变化。我们和亲朋好友通电话、上网等等，都在利用光纤通信。目前，以光纤作为信息传输媒介的光缆（如图 8–37）已遍布全球，从而使不同国家和地区之间的通信变得异常便捷。

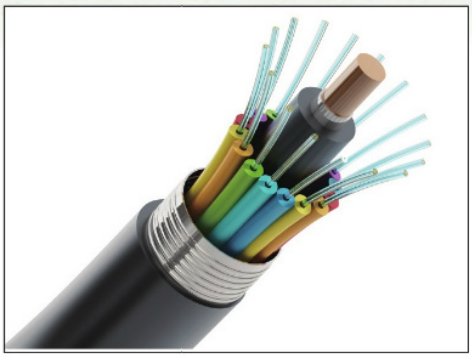


图8–37　光缆的结构

本章提要

1．振动由近及远地向外传播形成波，振动或能量藉由波的形式传递出去。
2．波有横波和纵波，介质振动方向与波传播方向相互垂直的波称为横波；介质振动方向与波传播方向在同一直线上的波称为纵波。
3．波可以用波形图直观地描述，波形图中凸起的部位称为波峰，凹下的部位称为波谷。相邻两个波峰或两个波谷的距离称为波长。
4．1 s内产生的波峰数（或波谷数）称为波的频率，波速（v）与频率（f）、波长（λ）的关系为：$v=f\lambda$。
5．大多数人能听到声音的频率都在20～20000 Hz之内。频率低于20 Hz的声波称为次声波，频率高于20000 Hz的声波称为超声波。
6．电磁波包括无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、γ 射线。
7．科学技术的发展极大地提高了人类获取、贮存和传递信息的能力，现代通信包括无线电通信、光纤通信等。

练 习 题

一、选择题

1. 波速、频率、波长的关系式为（　　）。

A. 波速 = 频率 × 波长　　B. 波速 = 频率 + 波长

C. $波速 = \frac{波长}{频率}$　　D. $波速 = \frac{频率}{波长}$

2. 地震时会产生次声波（频率低于 20 Hz），在远离地震中心、人无震感的区域，次声波会引起某些动物的听觉反应。由表提供的数据可知，在远离地震中心的区域，听觉上有较明显反应的动物是（　　）。

一些动物听觉的频率范围	
蝙蝠	1000 ~ 120000 Hz
海豚	150 ~ 150000 Hz
猫	60 ~ 65000 Hz
大象	1 ~ 20000 Hz

A. 蝙蝠　　B. 海豚　　C. 猫　　D. 大象

3. 有一种电动牙刷，它能发出超声波，直达刷毛刷不到的地方，这样刷牙既干净又舒服。关于这种牙刷，下列说法正确的是（　　）。

A. 电动牙刷发出的超声波不能在空气中传播

B. 超声波不是由物体振动产生的

C. 超声波的音调很低，所以人听不到

D. 超声波能传递能量

4. 关于电磁波和声波，下列说法中正确的是（　　）

A. 电磁波和声波都能在真空中传播

B. 电磁波和声波都不能在真空中传播

C. 电磁波能在真空中传播，声波不能在真空中传播

D. 电磁波不能在真空中传播，声波能在真空中传播

5. 下列各项中，用来贮存信息的是（　　）。

A. 收音机　　B. 蓄电池　　C. 磁带　　D. 电视机

6. 车载 GPS 导航仪是通过与导航卫星互相传递信息，来确定汽车的准确位置，并在电子地图上显示出来（图 8–38），为汽车驾驶员导航的。下列说法正确的是（　　）。



图8–38

A. 导航仪与导航卫星是通过电流传递信息的

B．导航仪与导航卫星是通过电磁波传递信息的

C．导航卫星发射的电磁波不能在真空中传播

D．导航卫星发射的电磁波比光的传播速度慢

二、简答题

1．如图 8-39 所示的两列声波在空气中传播，它们的波长 λ_1、λ_2 的关系为______________，它们的频率 f_1、f_2 的关系为____________，其中，声波①的音调较__________（填“高”或“低”）。

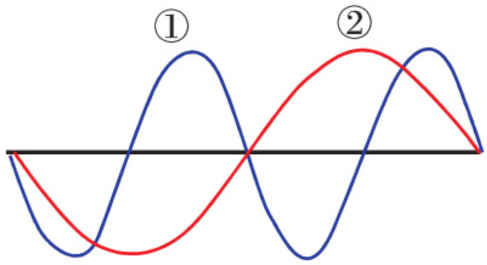


图8-39

2．昆虫飞行时翅膀都要振动，蝴蝶每秒振翅五六次，蜜蜂每秒振翅三四百次。为什么人凭听觉就能发现飞行的蜜蜂，而不能发现飞行的蝴蝶呢？

3．某电视台发射的微波其波长范围是 1 mm～10 m，它的频率范围多大？

第四单元

人与自然的可持续发展

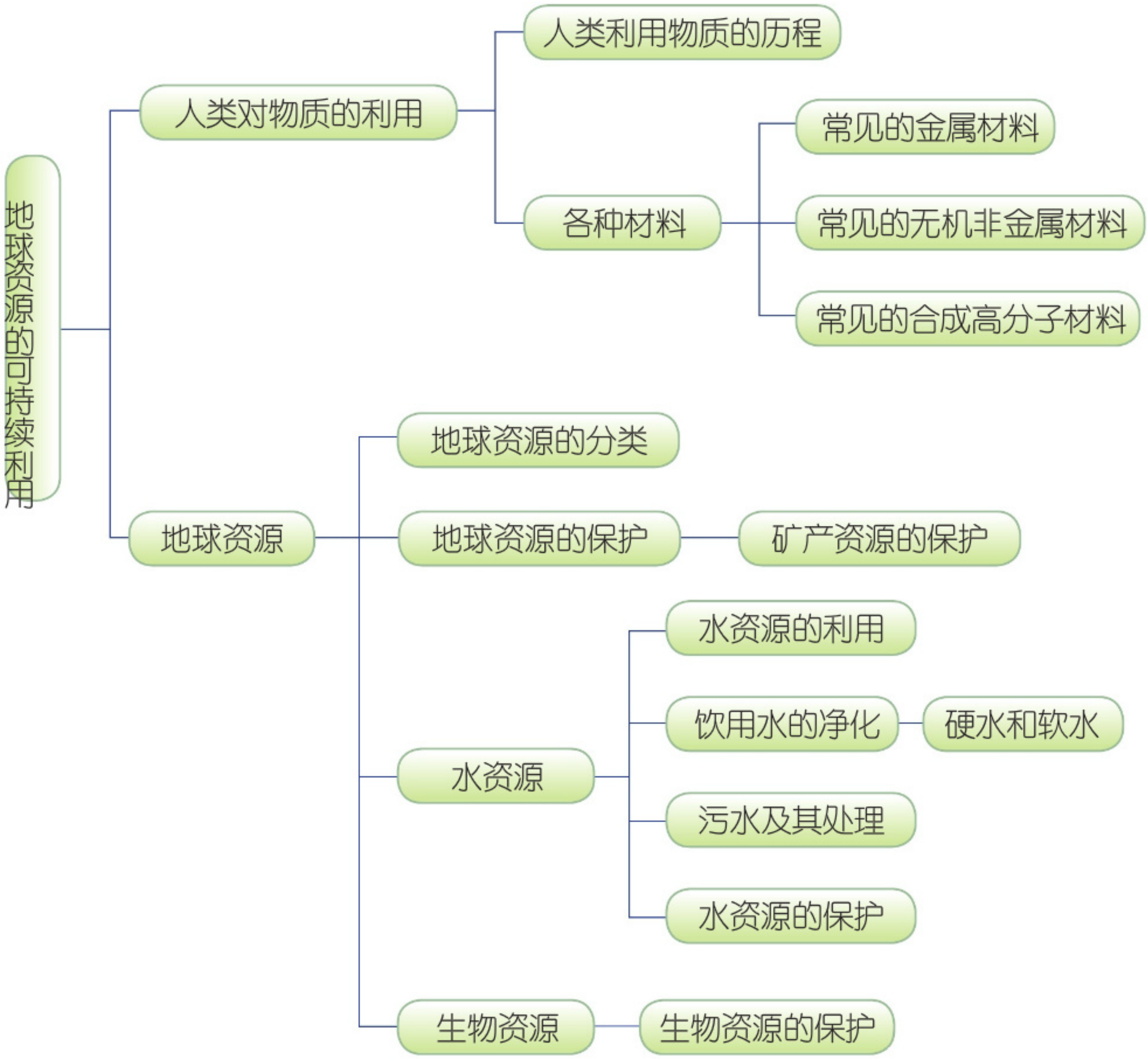
第9章 地球资源的可持续利用

学习目标

1. 知道一些常见物质的性质及其用途。
2. 能说出地球的各种资源。
3. 知道地球资源对人类生存的重要性。
4. 知道保护矿产资源的迫切性，愿意参与保护矿产资源的活动。
5. 能说出常见自然水资源的种类。
6. 知道自然水的净化方法。
7. 知道硬水和软水，知道硬水的软化方法。
8. 知道自来水的制作过程。
9. 能说出造成水污染的原因与有关的污染物。
10. 能提出并解释防治水污染的措施。
11. 知道生物资源。
12. 认识保护生物资源的意义和方法。
13. 知道科学技术在农业与经济发展中的重要性。



本章概念图


地球资源的可持续利用
人类对物质的利用
人类利用物质的历程
各种材料
常见的金属材料
常见的无机非金属材料
常见的合成高分子材料
地球资源
地球资源的分类
地球资源的保护
矿产资源的保护
水资源
水资源的利用
饮用水的净化
硬水和软水
污水及其处理
水资源的保护
生物资源
生物资源的保护

9.1 人类对物质的利用

人类在不断地认识物质、利用物质以满足自身生存需求的过程中，创造了辉煌灿烂的文明。

9.1.1 人类利用物质的历程

原始人类用岩石作为制作工具的材料，在制作石器的过程中，渐渐懂得了如何选择石器的原料，并能用不同的方法制作不同的石器（图 9-1）。现在人类仍然还在利用岩石作为建筑等行业的材料。

随着火的使用，人类开始制作陶器（图 9-2）。这说明人类对泥土的性质有了新的发现，陶土也成为人类利用的材料。



图9-1 原始石器——石斧



图9-2 新石器时代的陶制酒具

约五千多年前，人类进入了一个光辉灿烂的青铜时代。气势雄伟的后母戊鼎、精美绝伦的四羊方尊（图 9-3）…… 这些成就都源自对青铜性质的认识和利用。

当人们掌握了冶炼铁的技术之后，铁器时代就到来了。铁器（图 9-4）坚硬、韧性强、锋利，胜过石器和青铜器。这种材料的广泛使用，使人类的工具制造进入了一个全新的阶段，使生产力得到了极大的提高。



a 后母戊鼎



b 四羊方尊

图9-3 青铜器



图9-4 汉代铁剑

可见，材料是人类进行生产、改善生活和从事其他活动的物质基础。随着科学技术的发展，人们能够有目的地改进材料的性能，研发出许多新型材料如半导体材料、纳米材料、碳纤维复合材料、石墨烯等，促进了通信、计算机、航空、航天等行业迅速发展。

材料品种繁多，数以十万计。为了便于认识和应用，人们从不同角度对其进行了分类。就化学组成成分来看，材料主要可分为三大类，即金属材料、无机非金属材料、合成高分子材料。

9.1.2 常见的金属材料

金属材料包括纯金属以及它们的合金。一种金属跟其他一种或几种金属（或非金属）熔合而成的具有金属特性的物质，称为合金（alloy）。合金往往具有比纯金属更好的性能，故应用金属材料时大多使用合金。



图9-5 用钢制成的千分尺

钢是最常见、应用最广的合金材料，它由铁和碳等元素熔合而成，质地坚硬，有韧性和延展性，机械性能好，可用来制作坚硬的汽车车身及刀具、量具（图 9-5）和模具等。在钢中加入锰，可以合成更坚硬的锰钢；在钢中加入铬和镍，可制成不锈钢。

想一想

现代建筑物的门窗广泛使用铝合金，为什么不用纯铁或纯铝呢？

小档案

记忆合金

一些特定成分的合金（如镍钛合金），在外力作用下会发生变形，外力消失后，在一定的温度下，能回复原来的形状。这种合金具有百万次以上的回复功能，人们形象地称之为“记忆合金”。

记忆合金在航空、军事、工业、农业、医疗等领域有着重要的用途。例如，在做牙齿矫形时，人们就是利用记忆合金做成矫形弓丝，矫形弓丝在恢复原来的形状时，能对牙齿施力，使牙齿移位矫形。再如，记忆金属眼镜架即使不小心被折弯，由于它本身的记忆功能也能恢复原形（图 9-6）。


a 镜架被折弯　b 镜架恢复原形
图9-6 记忆金属眼镜架

9.1.3 常见的无机非金属材料

无机非金属材料主要包括陶瓷、玻璃和水泥等。

陶瓷是应用历史最悠久、应用范围最广泛的非金属材料。传统的陶瓷材料以黏土、石英、长石等原料加工而成，在日常生活及工业生产中都有广泛应用。新型陶瓷则采用人工合成的高纯度无机化合物为原料制成，它具有一系列优越的性能，可用作太空梭的热绝缘涂层、发动机的叶片等。



图9-7　秦始皇陵兵马俑

想一想

中国各个年代都有保存完好的精美陶瓷出土，如秦始皇陵出土的陶俑——兵马俑（图 9-7），据此，你认为陶瓷有什么特性？

普通玻璃是用石英砂、苏打和石灰石等材料经过配料、熔化、成型、退火等工序制成的。随着新技术的不断出现，各种新型玻璃纷纷问世，如激光玻璃、半导体玻璃、防弹玻璃（图 9-8）、玻璃纤维（图 9-9）等等。



图9-8　防弹玻璃



图9-9　玻璃纤维绳

水泥是由石灰石和黏土混在一起在炉中煅烧成熟料后，加石膏磨细而成。在建筑工程中，将水泥、钢筋、沙石混合在一起就会形成牢固坚实的钢筋混凝土。

9.1.4 常见的合成高分子材料

高分子材料包括天然高分子材料（如木材、棉花、皮革、橡胶、蚕丝等）和合成高分子材料（如塑料、合成纤维、合成橡胶等）。 合成高分子材料在

生活中已经无处不在，例如运动鞋（图 9–10）中就可能有六种以上合成高分子材料。目前，石油是生产合成高分子材料的主要原料。

塑料是重要的合成高分子材料，可分为多种类型，如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等等，它们以石油中提炼出来的成分为主要原料聚合而成。例如聚乙烯就是以石油中提炼出来的乙烯为主要原料聚合而成的，用它可制成食品袋、容器（图 9–11）等。



图9–10　运动鞋的鞋面、鞋底等都由合成高分子材料制成



图9–11　塑料瓶

塑料具有可塑性，如果把它加热到一定的温度，就能熔化成黏稠状的液体，此时把它注入不同的模具里，冷却后就会形成各种形状的制品。

合成纤维是以石油、天然气中获得的小分子有机物为原料，经聚合制成。不同品种的合成纤维具有各自独特的性能，例如：聚酰胺纤维（锦纶，nylon）（图 9–12）的耐磨性，聚酯纤维（涤纶，polyester）（图 9–13）的挺括耐摺性，聚丙烯腈纤维（腈纶，acrylic fiber）的保暖性和良好手感等。



图9–12　面料为聚酰胺纤维的外套

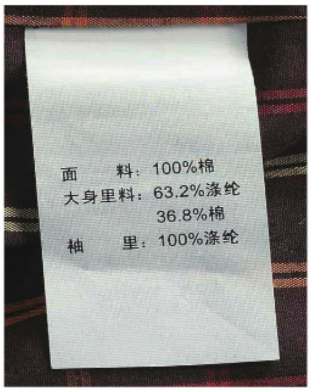


图9–13　衣服面料标签

合成橡胶是以石油中生产的丁二烯等为主要原料制得的橡胶（图 9–14），它具有高弹性、绝缘性、气密性、耐油、耐高温或低温等性能，因而广泛应用于工农业、国防、交通及日常生活中。



图9-14　合成橡胶制成的轮胎



图9-15　塑料造成“白色污染”

合成高分子材料在给人们的生产、生活带来便利的同时，也对环境造成了不良影响。例如，有些塑料（如保丽龙）的结构稳定，不易分解，因此这类塑料制品被丢弃后会带来严重的环境污染（图 9-15）。

想一想

我们应如何应对“白色污染”问题？

活 动 1

每位同学从家里带来几样高分子材料的废弃物，分组讨论这些废弃物分别由哪种高分子材料制成。

9.2　地球上的各种资源

人类是依赖地球资源生活的，一旦地球资源枯竭，人类将会彻底失去生存的条件。什么是地球资源？地球资源有哪些？我们又该如何保护它们呢？

9.2.1　什么是地球资源

地球资源（earth resource）指的是人类直接从自然界取得并用于生活和生产的物质和能量，也称为自然资源（natural resource）。生物资源、森林资源、土地资源、矿产资源、水资源等等，都是重要的地球资源。

地球资源包含的对象不是一成不变的。由于社会的发展和科学技术的进步，人类对地球资源的理解不断加深，资源开发和保护的范围不断扩大。例如，过去不被认为是资源的空气、自然景观等，现在也被纳入了地球资源的范围。

想一想

1. 以下各项中，哪些属于地球资源？
   铁矿石　钢铁　野菜　森林　电视机　闪电　石油　煤炭　金矿
   石灰岩　天然花岗岩　大理石地板
2. 下面两幅图中，涉及的地球资源分别属于什么类型？



图9-16　秘鲁绿山铜矿



图9-17　我国的珍稀动物——苏门答腊犀牛

地球资源的质量或数量在各个地区存在显著差异。例如，有些铁矿中铁的含量低，被称为“贫铁矿”，有些铁矿中铁的含量高，被称为“富铁矿”；有的草场牧草茂盛、多汁，而有的草场牧草低矮、稀疏。

我国是一个地球资源十分丰富的国家，有丰富的天然橡胶、优质热带硬木、棕榈油等等。

9.2.2　地球资源的分类

农民耕地播种（图 9-18），每年产出一定的粮食，是利用了土地资源。锅炉烧煤取热（图 9-19），是利用了矿产资源。从循环利用的角度看，这两



图9-18　耕地生产粮食



图9-19　烧煤取热

种资源有什么不同？

根据地球资源能否自我更新，可把地球资源分为可更新资源（renewable resource）与不可更新资源（non-renewable resource）两大类。可更新资源通过自然过程，可以不断自我更新。最典型的可更新资源有水、生物、土壤、太阳能、风能等。

不可更新资源主要有化石燃料（石油、煤、天然气）及其他所有矿产资源。它们的形成需要经过上亿年，更新过程极慢，因此称为不可更新资源。这些资源的储量随着人类对它们的开发利用而越来越少。

想一想

可更新资源是取之不尽、用之不竭的吗？为什么？

9.2.3 地球资源的保护

在自然界，地球资源的数量是巨大的，却又是有限的。随着人口的增长，资源的人均占有量不断下降；随着生产的发展，某些资源的总量变得越来越少。

读 图

读图 9-20，分析什么资源的剩余储量最为稀缺。

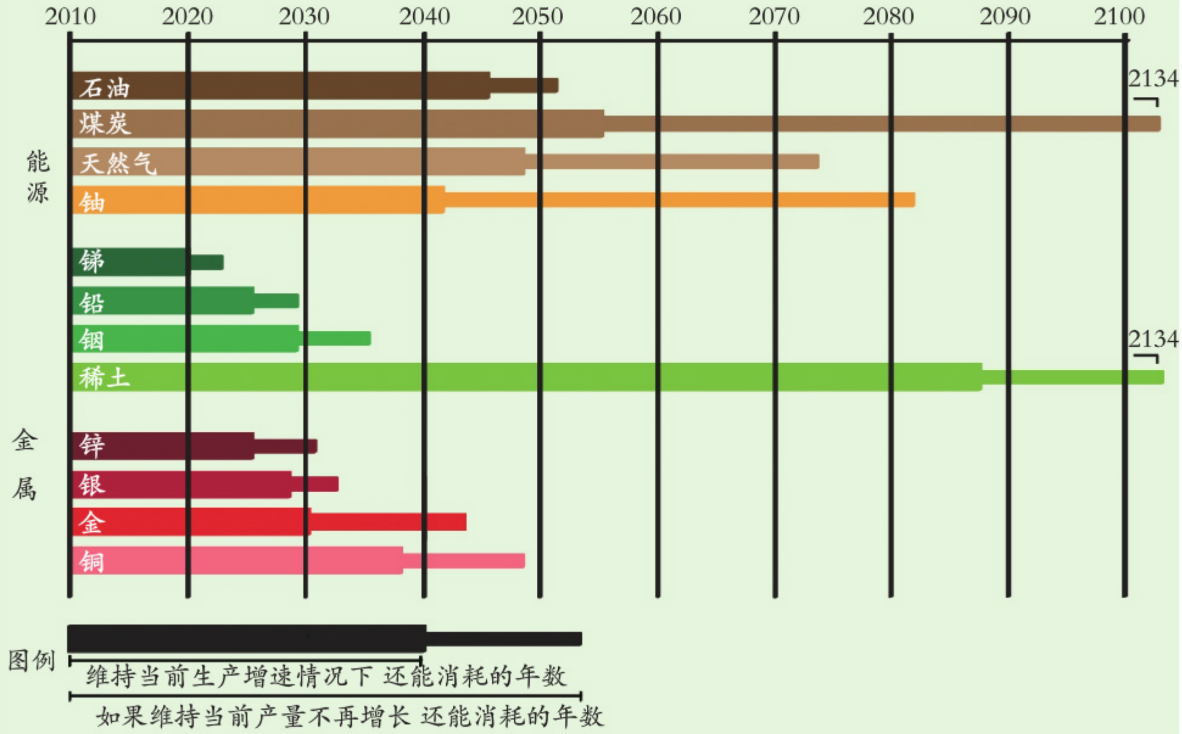


图9-20 地球资源的剩余储量

我们以矿产资源为例，来看地球资源保护的必要性和人类的应对措施。矿产资源属于不可更新资源，由于人类大量开采，现在越来越少，有的甚至濒临枯竭（图 9-21）。矿产资源的过度开采还可能造成人为灾害，例如会导致山体中空，从而引发山体塌陷、山体滑坡和泥石流等。



图9-21　被废弃的露天铁矿

因此，人类正在为保护矿产资源做出种种努力。例如，许多国家都制定了矿产资源法，采取法律、经济、技术等手段，防止乱采滥挖，提高资源利用效率。同时，人们也在努力开发新的矿产资源；寻找矿产资源的替代物，如用氢气取代矿物燃料。此外，我们还要充分合理地利用矿产资源，尽量减少矿产资源的损失和浪费。例如，人们对有上千年历史的陶瓷工业进行更新换代，用新型工艺和材料制出性能优良的新型陶瓷，大大减少了黏土矿的消耗。

想一想

以森林资源为例，说说我们能采取什么措施进行有效保护。

9.3　水资源

古代人类文明的发祥地大多位于河海之滨或河流交汇之地。埃及的尼罗河、印度的恒河、美索不达米亚平原上的幼发拉底河与底格里斯河、中国的黄河都是人类古老文明的源头。水资源在人类文明发展过程中有着无可替代的作用。

9.3.1　什么是水资源

广义上的水资源指世界上一切水体。但是限于目前的经济技术条件，对含盐量较高的海水和分布在南北两极的冰川，大规模开发利用还有许多困难。

读图

读图 9-22，说说哪一部分水人类较容易利用。

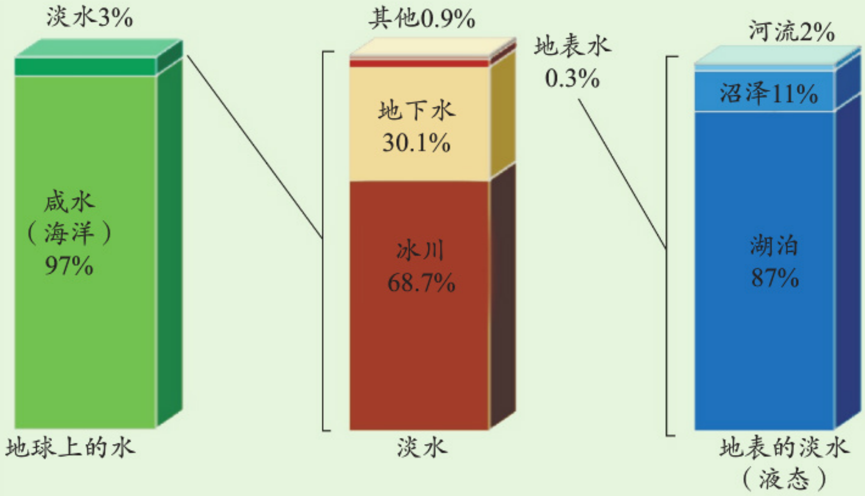


图9-22　全球水的分布

狭义上的水资源是指在一定时期内，能被人类直接或间接开发利用的那一部分水。这种水资源主要指河流水、湖泊水、沼泽水、地下水和土壤水等淡水，个别地方还包括微咸水。淡水资源与海水相比，所占比例很小，却是目前人类水资源的主体。

想一想

以一条河流为例，讨论能源、农业、交通、旅游等各个部门对水资源分别可进行怎样的开发和利用。

9.3.2　保护水资源

随着人口的增长、经济的发展，人们对淡水的需求不断增加。由于水资源分布不均衡等因素，又导致人均占有可更新水资源极不平衡（图 9-23）。据统计，全球目前有 11 亿人生活缺水；到 2025 年，淡水资源的紧缺将成为各国普遍面临的严峻问题（图 9-24）。面对日益严重的水资源危机，世界各国都采取了一些治理和保护措施。由于各国的国情不同，采取的方式也不尽相同。

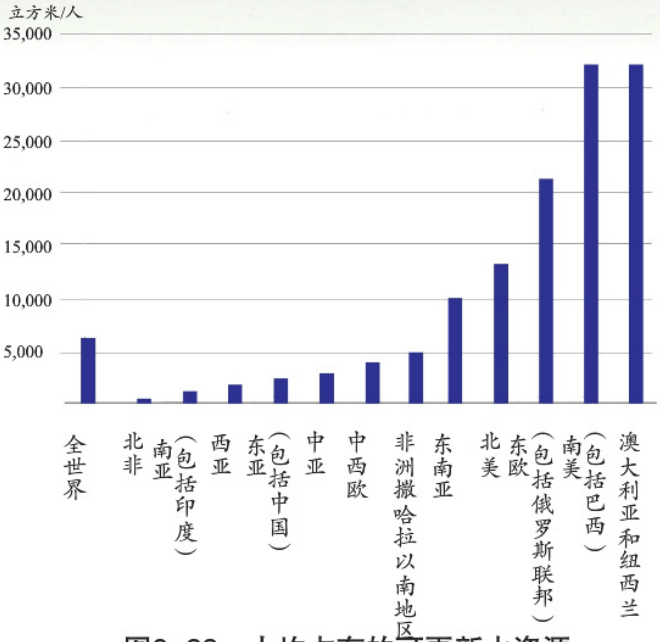


图9-23　人均占有的可更新水资源



图9-24　汲水

想一想

我国的气候有热带雨林气候和热带季风气候两种，全年雨量充沛。我国的城市会发生缺水情况吗？为什么？



图9-25　滴灌

在农业上，以前通常让水从露天沟渠流入农田，很多水因蒸发、渗漏等原因而浪费了。现代农业采用管道输水，减少水在空气中暴露的时间，然后通过喷灌或滴灌（图 9-25），向植物供水。

目前，全球工业用水量占人类一年总用水量的 23%，造纸厂、炼油厂等工业部门都要用到大量的水。通过技术改进减少用水量、让用过的水循环再利用是工业部门保护和节约水资源的主要方法。

想一想

家中可以采用哪些方法来节约水资源？

小档案

海水淡化

海水淡化即利用海水脱盐生产淡水。海水淡化方法有多种，其中应用反渗透膜的反渗透法以其设备简单、易于维护等优点迅速占领市场，成为应用最广泛的方法。新加坡水资源匮乏，非常重视发展海水淡化技术。新加坡大泉海水淡化厂就是亚洲目前最大的使用反渗透技术的海水淡化厂。



图9-26　大泉海水淡化厂内部设备

过去，海水淡化需要付出的成本和消耗的能源远高于汲取江河湖水、地下水等水资源。随着技术的进步，淡化水的价格在不断地降低，有些国家已经降低到和自来水的价格差不多。根据国际海水淡化协会（IDA）的统计，截至2013年，全球的海水淡化厂超过了1.7万家，分布在约150个国家，3亿多人部分或全部依靠淡化水满足日常之需。

9.4　饮用水的净化

野外看上去清澈的溪水可以喝吗？水具有良好的溶解性，会溶解各种可溶物，不溶性杂质及病原菌等也会混杂在水中。因此，自然水不适合直接饮用，必须经过净化，达到相应的国家标准后，才可饮用。怎样净化自然水呢？

9.4.1　自来水的净化过程

自然水是地球表面的江水、河水、湖水、海水、冰川水、沼泽水及地下水等水体的总称。

自然水中含有的杂质很多，大致有以下几类：不溶性物质，如泥土、砂粒等；可溶性物质，如一些酸、碱、盐类物质；微生物，如细菌等。人们采用多种方法，对自然水进行净化。

沉淀法是指让一些密度比水大且不溶于水的杂质，在重力作用下沉到水底。有时一些微小颗粒难以沉淀，可在水中加入聚合氯化铝等化学药品，以生成一种黏性絮状物，小颗粒会被黏附在絮状物上，这个过程叫絮凝

（coagulation）。吸附了杂质的絮状物会沉淀到水底（图 9-27）。



图9-27　絮凝

过滤法是指用过滤网，将垃圾、树叶、树枝和一些大的物质从水中分离出去。现代先进的膜过滤法甚至能去除水中的离子，得到可直接饮用的纯净水。

活性炭具有疏松多孔的结构，有吸附作用，能大量吸附水中的小颗粒和一些可溶性杂质，如带颜色的小颗粒及气体分子等。目前市场上出售的净水器中，有些就是利用活性炭来吸附、过滤水中的杂质的（图 9-28）。

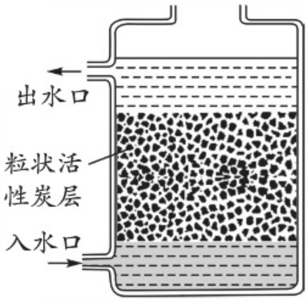


图9-28　活性炭净水器示意图

自然水中往往含有病毒、细菌、藻类等物质，沉淀、吸附等方法并不能把它们除去。这时可往水中通入氯气（Cl_2）等消毒剂。臭氧（O_3）通入水中也可起到杀菌消毒的作用。

自来水是日常生活中最常见的饮用水，我们对其水质要求很高。在实践中，人们会根据自然水水质情况的不同，将多种净化方法综合应用进行处理，使其达到国家规定的饮用水标准。

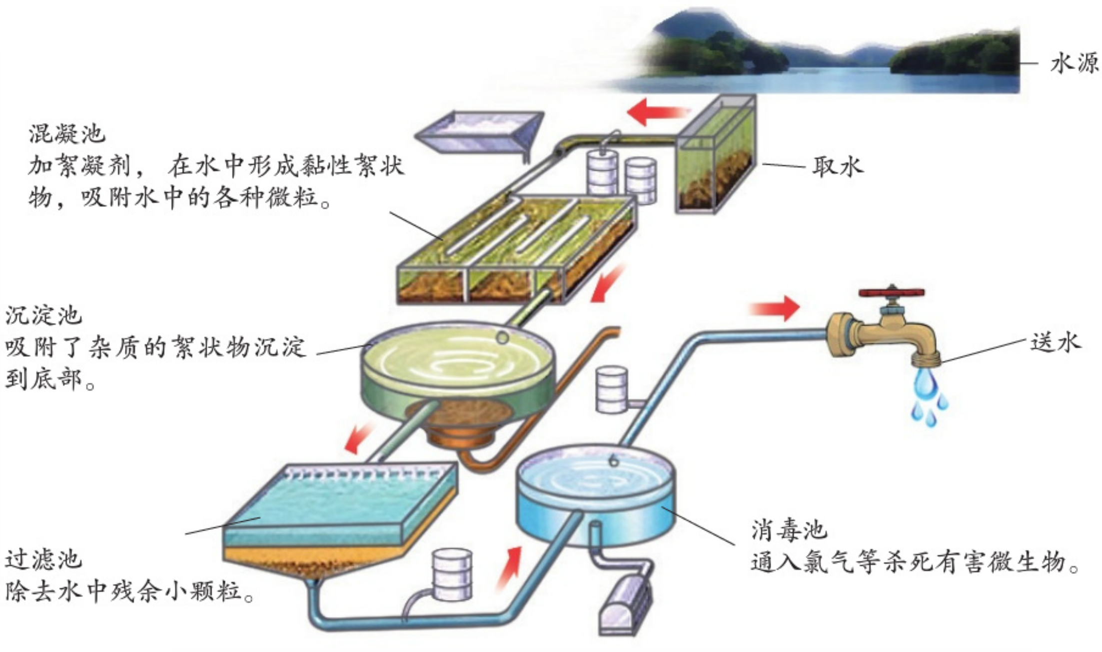


图9-29　自来水的净化过程

生产自来水时，首先将位于江河或湖泊中的自然水输送至自来水厂。根据自然水的水质情况，投加絮凝剂，待形成的絮状物沉至池底，将上层较为干净的水溢流至过滤池，以进一步除去水中残余的小颗粒。最后再

通入适量氯气或用臭氧、紫外线等其他方式杀死有害微生物。经水质检测合格后，再将已净化的水通过管道输送至千家万户。

9.4.2　硬水及其软化

电水壶、电热水器等使用一段时间后，加热棒、内壁等部件上会形成水垢（图 9-30），很难清理。为什么干净的水加热后也会形成水垢？



图9-30　电水壶中产生了水垢

有些水中含有较多的可溶性钙、镁化合物，在加热过程中它们会发生变化，生成不溶于水的碳酸钙（$CaCO_3$）和氢氧化镁 [$Mg(OH)_2$]，并沉积在加热棒和壶内壁上。水垢不容易传热，会影响电水壶、电热水器、锅炉等设备的性能，浪费电能或燃料。

我们把含有较多可溶性钙、镁化合物的水称为硬水；不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水称为软水。

活动 2

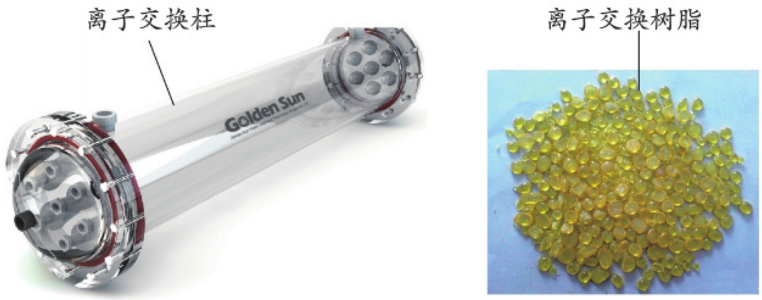
如图 9-31，取两个锥形瓶，分别加入适量蒸馏水和井水，然后在锥形瓶中加入肥皂水，充分振荡。观察到的现象是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。



图9-31　硬水、软水的区分

硬水中含有较多的钙、镁化合物，它们容易和肥皂发生反应，使肥皂不易产生泡沫。这样不仅浪费肥皂，而且还会产生一些沉淀附着在衣服上，造成衣服越洗越脏，衣料质地也会变脆。

要使硬水变成软水，就要设法去除硬水中的钙、镁化合物。最简单的方法就是煮沸，但煮沸法不能除去某些钙、镁化合物，因此工业上常用的有离子交换法（如图 9-32）、膜分离法、加药使钙、镁化合物沉淀等方法。



通过离子交换树脂，将原水中的钙、镁离子置换出去，流出的水就是去掉了钙、镁离子后硬度极低的软化水。

图9-32　把离子交换树脂装入离子交换柱内，可用来软化硬水。

一般地表水（如湖泊水等）制成的自来水的硬度不会太高，但有些地方采用地下水作为水源，硬度就会较高。如果水的硬度超过国家标准，在制作自来水时就要进行软化处理。

小档案

水的硬度

水的软、硬度取决于其钙、镁化合物的含量。一般测定饮用水的硬度是将水中溶解的钙、镁化合物换算成碳酸钙，以每升水中碳酸钙含量为计量单位。当水中碳酸钙的含量低于 150 mg/L 时称为软水，达到 150～450 mg/L 时为硬水，450～714 mg/L 时为高硬水，高于 714 mg/L 时为特硬水。



图9-33　长期使用硬水导致管道堵塞

工业生产上为避免矿物质在锅炉、冷却塔或其他处理水的设施中沉淀产生水垢而导致故障（图 9-33），需要经常对水的硬度进行监测。

9.5　污水及其处理

经过人类利用后的水中往往含有很多污染物，成为污水。污水中的部分污染物会对自然界产生巨大的危害。污水是怎样产生的？怎样处理污水呢？

9.5.1　污水的来源

水污染（water pollution）是指水中含有污染物，因而造成水的使用价值降低或丧失。污水不仅会影响水生生物生长（图 9-34），还会对人类的饮水安全和健康造成威胁。



图9-34　污水导致大量鱼类死亡

造成水污染的污染物来自污染源。图 9-35a 中，工厂未经处理直接排放废水，就是一个非常明显的污染源。但是，很多时候水体被污染了，却没人能确切地知道污染物从何而来，如图 9-35b。



a



b

图9-35 污染物来自污染源

想一想

在日常生活中，你看到过哪些污染源？它们排放出什么污染物？

人在生活中会产生大量污水，如洗衣洗澡水、厨房排水等。人体排出的粪便和医疗废弃物等可能含有使人生病的微生物，也是水质污染的一个重要污染源。

农业生产也会产生大量污水。农民使用农药杀死害虫，未分解掉的农药流入水中可能对人和其他生物有害。化肥能帮助植物生长，然而农田中约有25%的化肥会被雨水冲走，流入池塘、溪流和江河中。化肥中富含能促使水藻类生长和繁殖的氮和磷的化合物。当它们富集时，湖泊和池塘便会长满藻类。藻类死亡后，在腐败、分解的过程中，湖中的氧气被微生物快速消耗，从而导致鱼类和其他生物死亡（图9-36）。这就是富营养化污染。



图9-36 富营养化污染造成鱼类死亡



图9-37 原油泄漏导致海水污染

工厂和采矿业会产生大量的污水。许多工厂的生产过程都涉及有毒的化学药品，虽然法律对化学污染物的排放做了明文规定，但仍有一些工厂把含有毒化学药品的污水直接排入河流湖泊中。采矿业会产生许多汞、铅、镍、

镉等金属，这些金属具有很强的毒性。例如，若饮用水中含有铅和汞，就会损害人的神经系统。

油轮沉没或者油井破裂等引起的原油泄漏，会造成严重的海水污染，威胁海洋生物的生命（图 9-37）。

9.5.2 污水处理

水体中的很多污染物能通过自然净化去除。湖泊、溪流和湿地（图 9-38）中的生物能过滤并分解污染物。例如，植物的根能过滤水中较大的颗粒；水生的浮萍能吸收金属离子。有些细菌能除去有毒化学物质。有些细菌能分解石油，被用于清除油性溢出物。



图9-38 人工湿地

然而水体的自净能力是十分有限的。当污水中的污染物总量或浓度较高，超过了水体的自净能力时，这些污水便不能直接排放，必须先通过污水处理系统（图 9-39）进行处理。

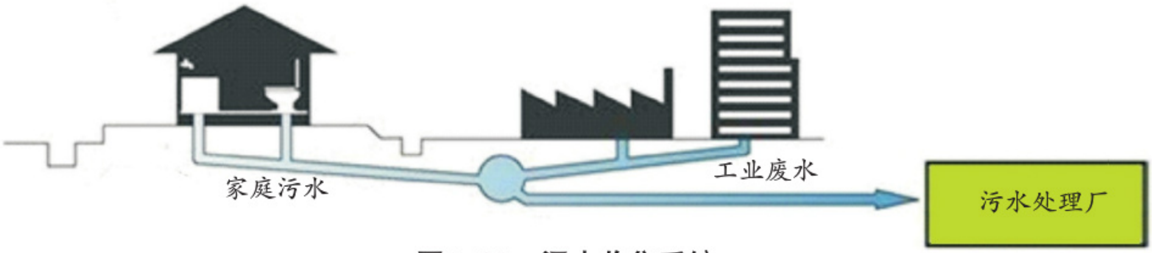


图9-39 污水收集系统

污水处理的一般过程是：先通过机械处理，如网格、沉淀等，除去污水中所含的石块、砂石和硬化结块的油脂等。接着加入絮凝剂等化学药剂对污水进行初级处理。然后进行生物处理，让污水中的污染物在微生物的作用下被降解。最后进行污水的深度处理，包括营养物的去除和通过加氯、紫外线辐射或臭氧技术对污水进行消毒。当水质完全达到国家规定的排放标准时，便可以排入河流中，或回收循环使用。



图9-40 污水处理厂

活动 3

课后通过上网（如 www.iwk.com.my）或其他渠道，收集马来西亚污水处理系统的资料。

9.6 生物资源

从人类在地球上诞生之日起，我们的衣食住行都离不开生物，人类一直在生活和生产中利用各种生物资源。

9.6.1 人类对生物资源的利用

生物资源是地球资源的重要组成部分，它包括地球上对人类具有现实和潜在价值的各种动物、植物、微生物以及由它们组成的自然环境。

以生物类群划分，生物资源包括动物资源、植物资源和微生物资源三大类。其中动物资源包括野生动物资源、渔业资源等；植物资源包括森林资源、草地资源、野生植物资源等；微生物资源包括细菌资源、真菌资源等。

人类对生物资源的利用主要包括三个方面。一是经济利用，包括木材及各种可食用的野生植物和动物，如蕨菜、野生蜜蜂的花蜜等；药用生物资源，如人参、枸杞等；观赏生物资源，如各种观赏植物和观赏动物等。二是科学研究，例如，基因运用于基因工程，野生植物品系用于育种，野生动植物或其提取物用于生物制药等。三是保护环境，如 2010 年美国墨西哥湾原油泄漏事件发生之后，科学家利用嗜食石油的螺菌吞食石油，帮助清洁泄漏的石油。

现代科学技术使人类对生物资源的利用进入了一个新阶段，大大促进了农业和经济的发展。例如，设施农业如水培植物和网箱养殖等的发展使传统农业发生了根本性的变化；生物反应器为我们开拓了新的生产领域，如利用发酵罐等生物反应器生产抗生素、酒精、维生素等（图 9-41）。



图9-41 发酵罐

活动 4

请说出你知道的食用、药用和观赏用生物资源各两种：食用生物资源 ________________；药用生物资源 ________________________；观赏用生物资源 ________________________。

小档案

设施农业

设施农业是采用工程技术手段进行动植物高效生产、充分利用生物资源的一种现代农业生产方式。例如，水培（Hydroponics）就是一种设施种植技术，这种室内的植物无土栽培技术将植物的根茎固定在定植篮内并使根系自然散入植物营养液中，营养液能代替土壤向植物体提供水分、养分、温度等，使植物能够正常生长（图 9–42）；网箱养殖是一种设施养殖技术，它将由网片制成的箱笼，放置在有一定水流、水质清新、溶氧量较高的湖、海、河、水库等水域中进行水产品养殖（图 9–43）。因为可以实行高密度精养，它已成为渔业养殖的重要方式。



图9–42　水培植物



图9–43　网箱养殖

设施农业的发展体现了科学技术在充分利用生物资源中的重要性。

9.6.2　保护生物资源

生物资源与我们的生活和生产息息相关，但由于人类的过度开发利用和生物栖息环境的改变，目前一些种类的生物资源正在日趋减少，引起了大家的关注。例如，森林是一种重要的生物资源，森林为人类提供木材和其他林副产品，又是许多动物的栖息地，还有涵养水源、保持水土、防风固沙、调节气候、净化空气、减少噪音污染和美化环境等作用。但是，由于缺乏认识，过去许多地方对森林乱砍滥伐，例如在我国砂拉越和沙巴就曾经发生过非法伐木、毁林开荒等现象。对森林的过度砍伐造成了水土流失和土地荒漠化，使耕地面积日益减少、气候恶化。因此，现在许多国家启动了天然林资源保护工程，要求根据森林的自然生长规律，有计划地合理采伐，还要注意防止森林火灾和防治病虫害，以保护森林资源。

现在，国际社会已经形成一种共识：生物资源是一种可更新资源，在利用生物资源时，应该注意保护它，使其能够增殖、繁衍。例如，为了让海洋中的鱼类有充足的繁殖和生长时间，中国、韩国等很多国家都规定每年中的某个时期为休渔期。在休渔期内，禁止任何人在规定的海域捕鱼（图 9-44）。一些国家和地区还在鱼类的繁殖场或越冬场设置禁渔区，那里常年不允许捕捞，以保护渔业资源，使其良性增长。又如野生动植物资源的保护，近年来由于保护措施不力，许多野生动植物濒临灭绝。因此，现在许多国家制定了保护野生动植物资源的法规，建立了专门的反偷猎组织（图 9-45）。



图9-44　休渔期渔船必须停在渔港中



图9-45　救助被偷猎者用捕兽夹夹伤的野生动物

想一想

你知道学校所在的地域，人们是怎样保护生物资源的吗？

小档案

仿生学

仿生学研究如何利用生物的结构和功能原理来研制机械或各种新技术，它充分体现了生物资源对我们的重要意义。

科技工作者通过研究发现，某些生物具有的结构和功能如信息接受（感觉功能）、信息传递（神经功能）、自动控制系统等，比任何人工制造的机械都优越得多，这在机械设计方面给了工程师很大的启发。这方面已经有了许多成功的例子，例如，将海豚的体形或皮肤结构（游泳时能使身体表面不产生紊流）应用到潜艇设计原理上。又如，苍蝇是细菌的传播者，一般归类为害虫，然而它在仿生学上却是一种重要的生物资源。例如，苍蝇的眼睛是一种由三千

多只小眼组成的复眼，对它的结构进行研究后人们模仿它制成了“蝇眼透镜”，“蝇眼透镜”由几百甚至几千块小透镜整齐排列组合而成，用它作镜头可以制成“蝇眼照相机”，一次就能照出千百张相同的相片。这种照相机已经用于印刷制版和大量复制电子计算机的微小电路，大大提高了工效和质量。苍蝇的楫翅（又叫平衡棒）是个天然“导航仪”，人们模仿它制成了“振动陀螺仪”。这种仪器已经应用在火箭和飞机上，实现了自动驾驶。

本章提要

1. 材料是人类进行生产、改善生活和从事其他活动的物质基础。按化学组成成分，材料可分为三大类，即金属材料、无机非金属材料、合成高分子材料。
2. 无机非金属材料主要包括陶瓷、玻璃、水泥等。
3. 传统的陶瓷材料由黏土、石英、长石等加工而成。普通玻璃用石英砂、苏打和石灰石等材料经过配料、熔化、成型、退火等工序制成。水泥是由石灰石和黏土混在一起在炉中煅烧成熟料后，加石膏磨细而成的。
4. 合成高分子材料通常有塑料、合成纤维和合成橡胶等几大类。石油是生产合成高分子材料的主要原料。
5. 地球资源指的是人类直接从自然界取得并用于生活和生产的物质和能量，也称为自然资源。根据地球资源能否自我更新，可把地球资源分为可更新资源与不可更新资源两大类。
6. 矿产资源属于不可更新资源，人类正在为保护矿产资源做出种种努力。
7. 狭义上的水资源是指在一定时期内，能被人类直接或间接开发利用的那一部分水，主要是淡水。淡水资源与海水相比，所占比例很小，却是人类目前水资源的主体。
8. 含有较多可溶性钙、镁化合物的水称为硬水；不含或含较少可溶性钙、镁化合物的水称为软水。要使硬水变成软水，就要设法去除硬水中的钙、镁化合物。最简单的方法就是煮沸，工业上常用的有离子交换法、膜分离法、加药使钙、镁化合物沉淀等方法。
9. 水污染是指水中含有污染物，因而造成水的使用价值降低或丧失。

10．水体的自净能力是十分有限的，当污水中的污染物总量或浓度较高时，必须通过污水收集系统把污水收集起来，让污水处理厂进行处理。

11．生物资源是一种可更新资源，目前人类正在采用多种方法保护生物资源。

12．人类的衣、食、住、行、卫生保健等都离不开生物资源，它还具有重要的科学研究和环境保护价值。

练 习 题

一、选择题

1．下列物质中，不属于合成材料的是（　　）。

A．纯棉线　B．保鲜膜　C．塑胶跑道　D．不锈钢锅

2．合成材料的应用与发展，大大方便了人类的生活。但合成材料废弃物的急剧增加也带来了环境问题，废弃物“白色污染”尤为严重。要解决“白色污染”问题，下列做法不合理的是（　　）。

A．用布袋代替塑料袋购物　B．使用微生物降解塑料

C．推广使用一次性塑料杯　D．回收各种废弃塑料

3．地球上的淡水资源绝大部分是（　　）。

A．冰川　B．深层地下水

C．浅层地下水　D．江河湖泊水

4．我们所说的水资源主要是指（　　）。

A．地球上的水　B．地下水　C．淡水资源　D．海水资源

5．水是生命之源。下列关于水的说法中，不正确的是（　　）。

A．明矾具有一定的净水能力

B．将硬水蒸馏可得到软水

C．在活性炭净水器里，活性炭起到了吸附和过滤水中的杂质的作用

D．将河水经过沉淀、过滤、活性炭吸附等净化处理后，所得到的水是纯水

6. 某校科学兴趣小组的同学想要了解工厂排放的废水对河流水质的影响。图 9-46 表示了 7 个可能的水样采集点（箭头表示水流方向），其中最重要的采集点是（　　）。

A. ①③④⑦　　B. ①②⑤⑦

C. ②③④⑥　　D. ②⑤⑥⑦

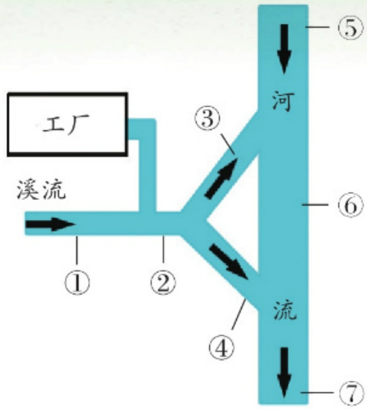


图9-46

7. 生物资源包括（　　）。

A. 动物资源　　B. 植物资源

C. 微生物资源　　D. 以上三项都是

二、简答题

1. 根据地球资源是否可更新，地球资源可分为 ____________ 和 ____________。

2. 在下列地球资源中，属于可更新资源的是 ____________，属于不可更新资源的是 ____________。（填数字序号）

①太阳能　②煤炭　③铁矿　④风能　⑤铜矿

3. 某同学把一些菜叶和塑料袋（两者体积和质量相近）同时埋入同一处土壤中，过几个月发现菜叶几乎消失，而塑料袋几乎没有什么变化。通过这一对比实验，可以得出结论：塑料袋在自然条件下 ____________。随着塑料的大规模使用，塑料的这一缺点使得“白色污染”日益严重。请说出二三条防治白色污染的措施。

4. 小玲参加了一次户外训练活动，取来河水，用肥皂洗衣服时发现泡沫很少，且有浮渣，衣服洗不干净。据此推测当地的河水可能为 ________（填“硬水”或“软水”），生活中可用 ________ 的方法来软化它。

5. 某城市自来水的处理过程如图 9-47 所示：

（1）步骤①网格净水原理类似于步骤 ______（选填图中② ~ ⑤的序号）。

（2）步骤②所起的作用是 ________。

A. 杀死水中的细菌　　B. 减少水中氧气

C. 使泥沙沉积至底部　　D. 分解有毒物质

（3）沉淀池中加入的絮凝剂可能是 ________；自来水厂净水过程中加入活性炭除去杂质，是利用了活性炭的 ________ 性。

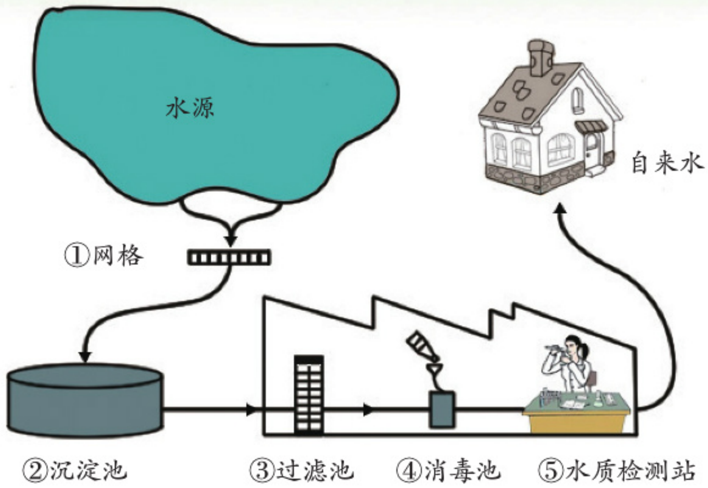


图9-47

（4）自来水的生产过程包括以下流程，其中发生化学变化的是

__________。

A. 自然沉降　　B. 消毒杀菌　　C. 沙滤

（5）请你举出一种生活中节约用水的措施。

6. 请举一例说明保护生物资源的方法。

第四单元

人与自然的可持续发展

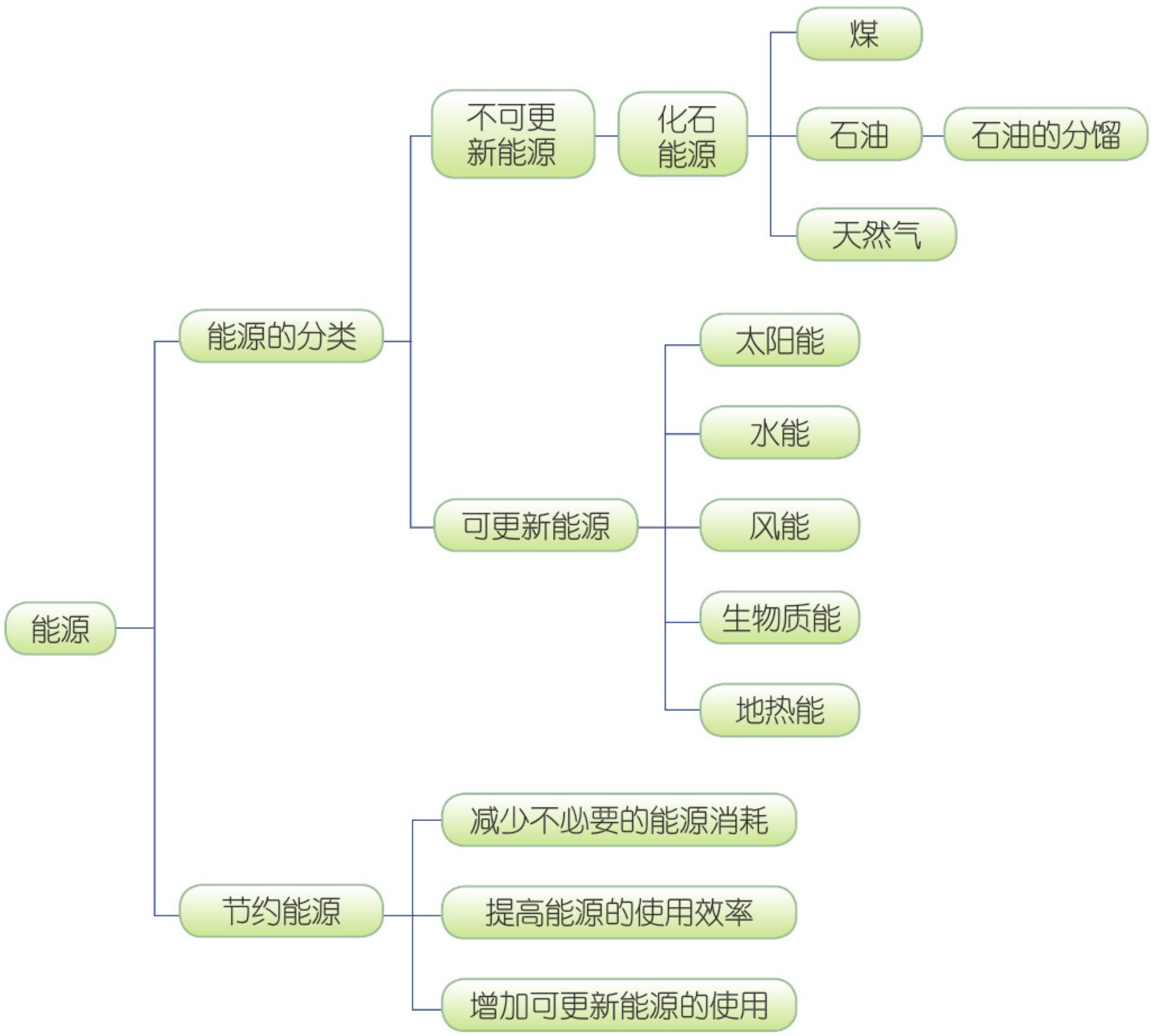
第10章 能源的可持续利用

学习目标

1. 能列举各种能源。
2. 能区别可更新能源与不可更新能源。
3. 能说出矿物燃料的形成过程。
4. 能说出石油与天然气工业对我国经济发展所作出的贡献。
5. 知道原油的分层蒸馏过程及各馏分的用途。
6. 知道太阳是主要的能源、知道太阳如何产生能量。
7. 知道水能、风能、生物质能等可更新能源的作用。
8. 能描述保护及节约能源的重要性。



本章概念图


能源
能源的分类
不可更新能源
化石能源
煤
石油
石油的分馏
天然气
可更新能源
太阳能
水能
风能
生物质能
地热能
节约能源
减少不必要的能源消耗
提高能源的使用效率
增加可更新能源的使用

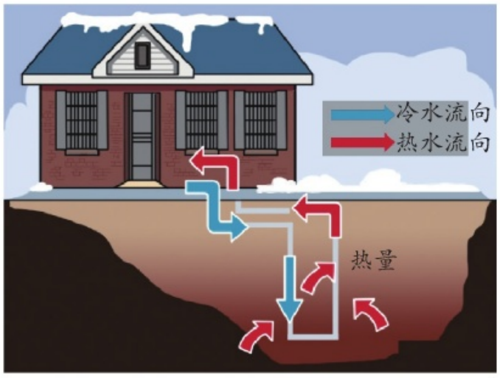
10.1 能源

晾晒衣服、烧菜做饭、开车上班，人类的所有活动都需要能量。我们可以从太阳光、木材、煤炭、天然气、汽油等物质中获取能量。

10.1.1 什么是能源

自然界中能为人类提供能量的资源称为能源。煤炭、石油、天然气、风、河流、海流、潮汐、草木燃料及太阳辐射等，都可作为能源提供能量。

要从不同的能源中获取能量，方式各不相同。煤、天然气等可以通过燃烧的方式把储存在其中的化学能转换为热能。寒冷地区利用地下热水来给房间供暖，则是把热水中的热能转移给房间中的空气（图 10-1）。由此可见，获取能量的过程实质是能量的转换或转移的过程。



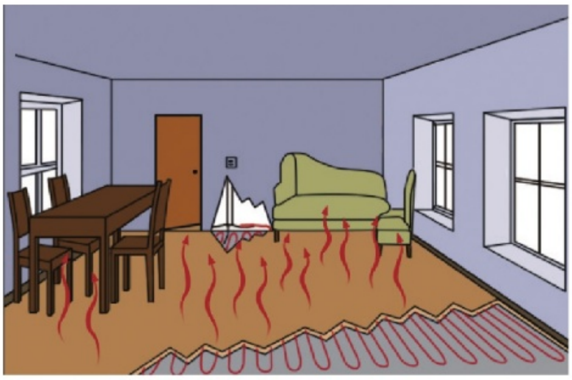


图10-1　地热供暖

想一想

我们能不能说“具有能量的物质称为能源”？为什么？

随着科技进步，人类对物质性质及能量转换方法的认识在不断深化，对能源的界定也在不断变化。如铀矿石（图 10-2）在古代不过是普通的岩石，而现在它是提取核燃料，进而产生核能的重要原料。



图10-2　铀矿石

10.1.2 能源的分类

想一想

太阳辐射和煤都是能源，请说说它们有什么不同。

能源种类繁多，根据不同的划分标准，可以有不同的分类结果。像太阳辐射、风、水流以及草木燃料等这些自然界中可循环再生并能长期提供的能源称为可更新能源（renewable sources of energy）；而像煤、石油、天然气、铀矿这类化石或矿物能源，须经漫长的地质年代才能形成，无法在短期内更新，这些能源称为不可更新能源（non-renewable sources of energy）。

按取得方式的不同，能源可分为一次能源和二次能源。一次能源是指直接取自自然界没有经过加工转换的各种能源，如煤炭、石油、天然气、太阳辐射、风能、水流、生物质能、地热能等。一次能源经过加工或转换得到的其他种类和形式的能源称为二次能源，如电能、汽油、柴油、酒精、煤气等都是二次能源。我们烧煤取暖时，利用的是一次能源。如果先用煤发电，再利用电取暖，利用的就是二次能源。

活动 1

根据所学知识，完成下列能源分类概念图，并举例。

能源
- 一次能源
  - 可更新能源 —— 例：__________
  - __________ —— 例：__________
- __________ —— 例：__________

图10-3 能源的分类

煤、石油、天然气及水能等已经被大规模生产和广泛利用的能源，常被称为常规能源。那些尚未大规模利用、科技工作者正在积极研究开发的能源则称为新能源，例如太阳能、风能、生物质能、地热能等。

10.1.3 能源消费的现状

社会的发展提高了人类的生活水平，同时也大幅提高了对能源的需求量。

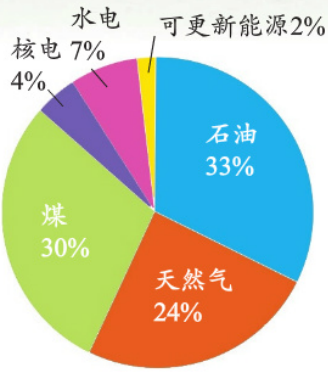


图10-4 2014年全球一次能源消费结构

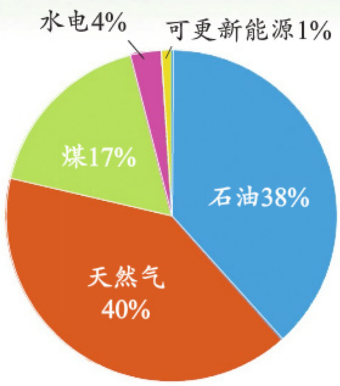
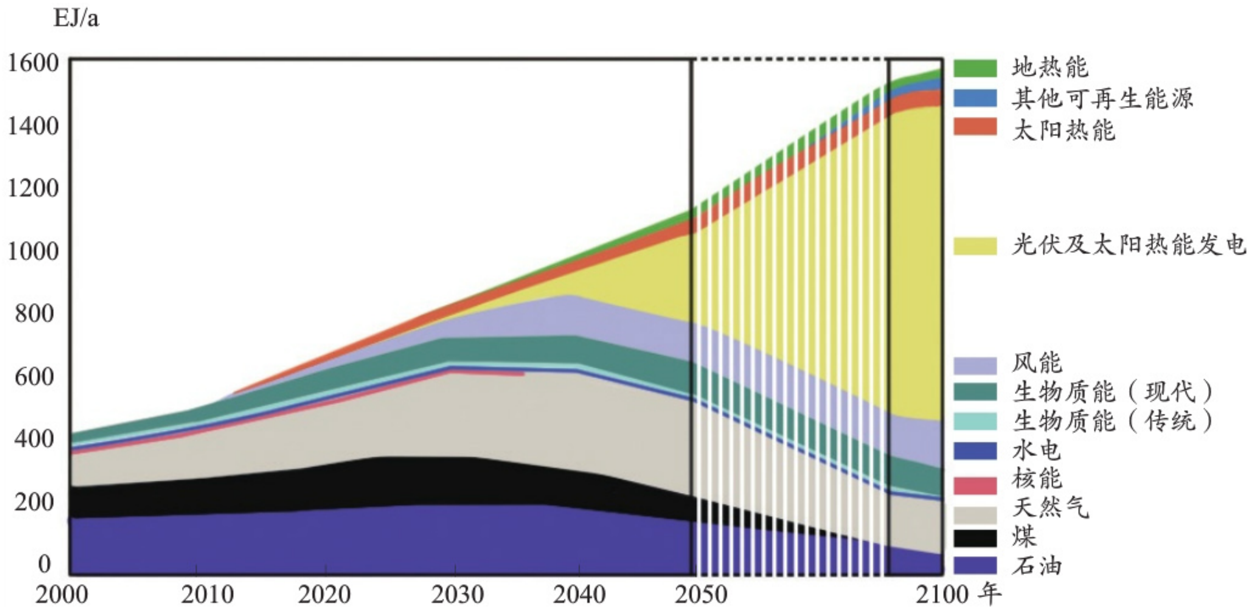


图10-5 2014年马来西亚一次能源消费结构

目前，全世界每年消耗约 120 亿吨石油当量的能源，它们燃烧后会排放 290 亿吨二氧化碳。从 2014 年全球一次能源消费结构（图 10-4）和 2014 年马来西亚一次能源消费结构（图 10-5）可以看出，当前世界的主要能源仍然是石油、天然气和煤。有资料表明，若按现在全世界蕴藏的能源计算，石油、天然气大约只够开采 50 年，煤也只够开采 200 多年。

随着科技和社会的发展，能源的消费结构也在发生着变化。目前能源结构正朝着高效、清洁、低碳或无碳的天然气、水能、核能、太阳能、风能等方向发展，这些能源有望在 2050 年替换煤和石油。发展新能源，向多能源结构过渡是当今人类所不可避免的趋势（图 10-6）。



注：1 EJ/a的意思是1×10^{18}焦/年。

图10-6 欧盟联合研究中心对全球能源构成变化的预测

10.2 不可更新能源

今天人类使用的能源大多来自生活在数百万年前的生物。那时的动植物和其他生物死亡后的遗体堆积起来，并被沙石、岩石层、泥浆层掩埋。在地球内部的热量和压力的共同作用下,这些生物的遗体就变成了化石燃料(fossil fuel)。化石燃料主要有煤、石油和天然气三种。由于它们的形成需要数百万年，因此是不可更新能源。

10.2.1 煤

煤(coal)是世界上储量最多的化石燃料，人类烧煤取能的历史已经有几千年了。目前在我国，煤主要用于冶金和发电。

煤是一种至少 50% 的成分为植物残骸的岩石，它由死于沼泽地区的植物演变而成。植物死亡后被更多植物、水和沉积物覆盖，隔绝了氧气，从而使它们不能迅速地腐烂。之后，细菌的滋长逐渐损坏植物组织，直至只剩下碳和一些混合物。这些物质经过数百万年的地质作用后，最终变成煤。

当煤层离地面不远时，移除煤层上方的土壤和岩石层，就可开采暴露的煤层(图 10-7)。煤大多深埋在地下,在地面的相对较少。对深埋在地下的煤，需要开掘巷道进行采掘(图 10-8)。



图10-7　露天开采



图10-8　地下开采

10.2.2 石油和天然气

石油(petroleum)由多种成分混合组成，是一种具有特殊气味的、有色的可燃性油质液体，主要的成分为碳氢化合物(hydrocarbon)。在全世界的能源消耗中，石油占了三分之一以上。它是大多数汽车、飞机、火车和轮船的

燃料来源。

多数地质学家认为，石油是由数百万年前的海洋微生物残骸形成的。这一过程开始于海洋中浮游生物的死亡并沉入海底。类似于煤的埋藏，沉积物堆积在浮游生物残骸上面。随着埋藏深度的增加，温度也逐渐升高，到达一定深度后，残骸最终转变为石油。

由于石油大部分深埋在地表以下，所以寻找困难。目前科学家先用物理、化学、地质分析等方法初步确定某一地区是否有石油，然后通过钻探（图10-9）来进行确证。

天然气（natural gas）是甲烷和其他气体组成的混合气体。形成天然气的生物与形成石油的生物是一样的。由于天然气的密度比石油的密度小，所以它经常聚集在储油层的上方。从地下开采出来的天然气可通过输送管道（图10-10）输送到需要的地方。



图10-9　石油钻探



图10-10　天然气输送管道

我国的登嘉楼州及砂拉越州，蕴藏着优质的石油和天然气资源。这两个州石油和天然气的开采，为国家创造了财富。

10.2.3　石油的分馏

从油井开采出来的石油称为原油（crude oil），不溶于水且密度比水的密度小。原油是一种成分非常复杂的混合物，必须送达炼油厂进行分层蒸馏（fractional distillation）、加工提炼（refinery），才能获得种类繁多的石油产品。图 10-11 所示为石油分层蒸馏出来的一些产品及其主要用途。

从分层蒸馏中获得的各种物质，除了可以直接应用外，也可利用化学方法对它们进行进一步加工，以获取更多化工原料，用来制造药物、塑料、化妆品、合成纤维等。

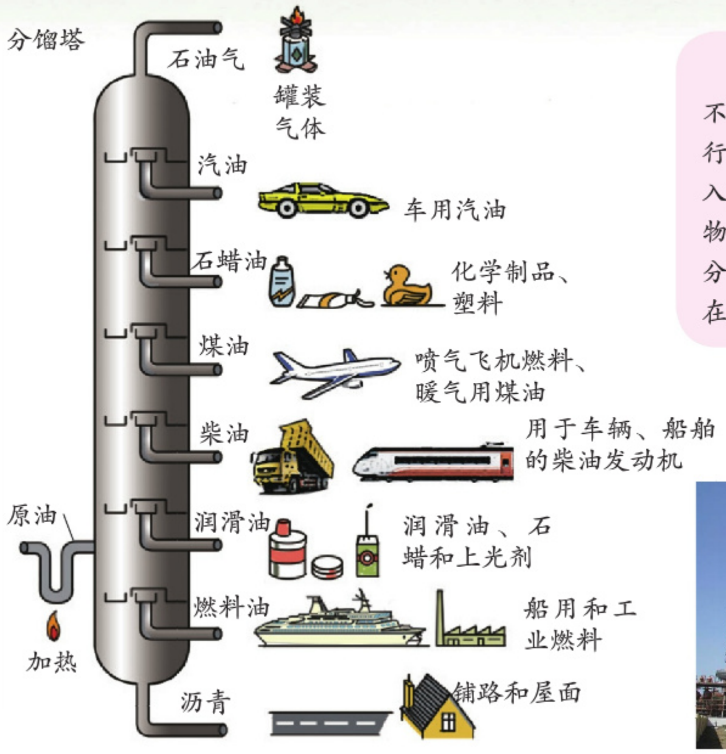


图10-11　石油分层蒸馏

利用石油中各成分的沸点不同，可用分层蒸馏法将它们进行分离。石油加热成气体后，进入蒸馏塔。分子较大的碳氢化合物沸点高，在塔的较低层收集；分子较小的碳氢化合物沸点低，在塔的较高层收集。



图10-12　炼油厂分馏塔

将一些较易挥发的石油产品加压液化后成为液化石油气（liquefied petroleum gas，LPG），其主要成分是丁烷（butane，C_4H_{10}），它也是我国人民日常生活中常用的燃料。

小档案

一些其他的不可更新能源

原子核在转变过程中所释放出的能量，称为核能。核能比物质在化学反应中所释放出的化学能要大得多。1 kg 铀原子核全部裂变释放出来的能量，约等于 2700000 kg 标准煤燃烧时所放出的化学能。核能发电不像化石燃料发电那样排放巨量的污染物质到大气中，但核电站的反应器内有大量的放射性物质，如果泄漏，会对生态造成极大的危害（图 10-13）。

油页岩（图 10-14）是一种含可燃有机质的沉积岩，以资源丰富和开发利用的可行性而被列为 21 世纪非常重要的接替能源，它与煤、石油、天然气一样都是不可再生的化石能源。据不完全统计其蕴藏量约有 10 万亿吨，比煤炭资源蕴藏量多 40%。油页岩经低温干馏可以得到页岩油，页岩油类似原油，可以制成汽油、柴油或作为燃料油使用。



图10-13　发生核泄漏后的切尔诺贝利核电站


图10-14　油页岩

10.3　可更新能源

按人类现在的消耗速度，矿物能源不久之后就将枯竭，人类正面临能源危机。怎么解决能源危机呢?

10.3.1　太阳能

太阳的内部每时每刻都发生着剧烈的核反应，反应释放出巨大的能量，这些能量大约有二十二亿分之一到达地球。每秒到达地球的太阳能（solar energy）相当于500万吨煤燃烧放出的化学能。

地球上的生命自诞生以来，就主要依靠太阳提供的辐射能生存。例如，绿色植物依靠太阳光能进行光合作用。又如，古人就知道以阳光晒干物件，制作食物，如制盐和晒鱼干等。

目前太阳能的利用方式有光热转换和光电转换两种。光热转换装置有太阳能热水器、太阳灶、太阳能温室等。最常见的光电转换装置是太阳能电池。图10-15的太阳能路灯就使用了太阳能电池，它发电简单、方便、不耗燃料、不需要太多维护，是一种安全、灵活、无噪声、无污染的发电系统。


图10-15　太阳能路灯

在化石燃料日趋减少的情况下，太阳能作为一种可更新能源，已成为人类所使用能源的重要组成部分。

活动2

1. 用导线把太阳能电池板的两极接在伏特计上。把太阳能电池板放置在有阳光的地方，观察伏特计示数的变化。
2. 改变太阳能电池板放置的角度，或用黑纸遮住太阳能电池板，再观察伏特计示数的变化情况。

   对两次观察的结果进行比较，并加以说明。



图10-16　测太阳能电池板产生的电压

想一想

把太阳能作为主要能源有哪些利和弊?

小档案

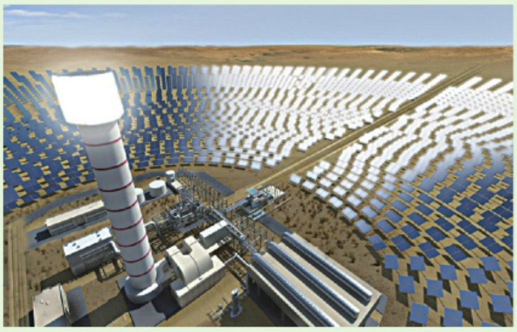
太阳能发电

太阳能发电有两大类型：一类是太阳光发电（亦称太阳能光发电），另一类是太阳热发电（亦称太阳能热发电）。

太阳光发电是利用太阳能电池这种半导体器件，直接把照射到太阳能电池上的光能转换成电能的新型发电方式（图 10-17）。现在一般的太阳能电池的光电转换率在 10%～15%，一些高科技能源公司已将这一效率提高到 45% 左右，但这一方式发电成本较高。

太阳热发电是先将太阳能转换为热能，再将热能转换成电能，它有两种转换方式。一种是将太阳热能直接转换成电能。另一种方式是将太阳热能通过热机（如汽轮机）带动发电机发电，与常规热力发电类似，只不过其热能不是来自燃料，而是来自太阳能（图 10-18）。


图10-17　太阳能光发电系统


图10-18　太阳能热发电系统

10.3.2　其他可更新能源

在水循环过程中，水在河流、湖泊中的流动，提供了另一种能源。

自从认识到“水往低处流”这一现象开始，人们制造了水车、水磨等来利用水能。现代，人们开辟了水能利用的新领域 —— 水力发电（hydroelectric power）。砂拉越州的巴贡水电站是我国目前最大的水电站，有八组发电机组，装机总容量 240 万 kW，年发电量约 170 亿 kWh（图 10-19）。

水力发电是目前技术最为成熟的一种可更新能源发电技术。但水力发电站的建设有可能对环境造成影响：河流的流动方式可能被改变；鱼在通过水轮机时可能被杀死；鱼类的迁徙有可能受到阻碍；等等。


图10-19　巴贡水电站


图10-20　风力发电

人类利用风能有着悠久的历史，帆船扬帆起航就利用了风能，风也可以推动发电机转动从而产生电能（图 10-20）。

想一想

在印度、巴基斯坦、阿富汗及中国的部分地区，当地的村民会把牛粪收集起来晾干（图 10–21）。这些晒干的牛粪有什么用处呢？



图10–21　晒在墙上的牛粪

生物质能（biomass energy）是绿色植物通过叶绿素将太阳能转换为化学能而贮存在生物质内部的能量。残枝落叶、生活垃圾、农作物秸秆和其他有机废弃物中都含有生物质能。

传统上，人们多半把生物质直接当薪柴使用，能源利用效率低。每到收割季节，常有大量秸秆被白白烧掉，不仅造成生物质能浪费，还会引起环境污染（图 10–22）。现代通过生物质能转换技术，把生物质转变为甲烷气体、燃料乙醇、生物柴油（图 10–23）、氢气、电等清洁能源，大大提高了生物质能的利用效率。生物柴油由动植物油加工而成，普遍用于拖拉机、卡车、船舶等。其在物理性质上与石化柴油接近，但化学组成不同。



图10–22　焚烧秸秆



图10–23　生物柴油

生物质能储量巨大，是仅次于煤、石油、天然气的第四大能源。

想一想

人类每天扔掉的垃圾中有大量的有机物。垃圾可以用来发电吗？

迄今为止，我们所学到的大多数能量都来自太阳。在人类今天使用的能源中，还有一种存在于地球内部。地表以下有一层厚厚的炽热的液态岩浆，有些地区的岩浆离地表很近。这种存在于地球内部，使岩浆保持炽热状态的能量称为地热能（geothermal energy）。

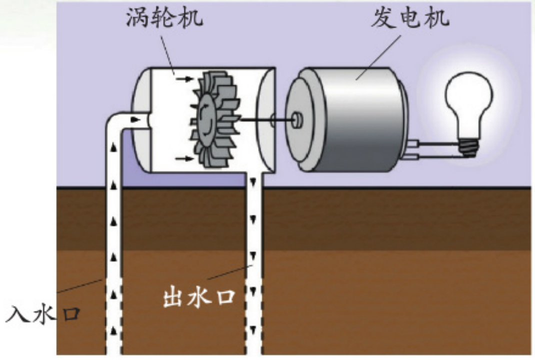


图10-24　地热能发电模型

目前对地热能的利用主要包括两方面：一是地热能的直接利用，如在冰岛、日本等国家，有的家庭利用温泉来取暖；二是利用地热能发电，这是利用地热能最重要的方式（图 10-24）。

活 动 3

查阅相关资料，和同学交流讨论，人类还可以利用哪些可更新能源。

10. 4　节约能源

能源是人类生存和社会繁荣的重要物质基础之一。随着工农业生产的迅速发展和交通工具数量的增加，世界能源消耗速度急剧加快。人类目前正面临能源危机，这是事关人类生死存亡的问题。如何节约能源，减少矿物燃料的使用呢?

10.4.1　减少不必要的能源消耗

节约能源不是不开发利用能源，而是减少不必要的浪费。例如，电视机、空调等待机时，遥控接收部分还在工作，随时等待接受开机的指令，相应的电源也要对这部分电路供电。一般待机功率只有几瓦，但待机时间往往会很长，如果不切断电源，消耗的电能也不少。


图10-25　骑车上班、上学

每个人都能为节约能源做出自己的一份贡献。

例如，我们可以选择步行或骑脚踏车上班、上学（图 10–25），减少汽车的使用；养成随手关电、关水的习惯；等等。

读图

图 10–26 是我国一个家庭的能源消费结构图。你家中的能源消费结构与图中描述的相似吗？你家中可采用哪些方法来节约能源？

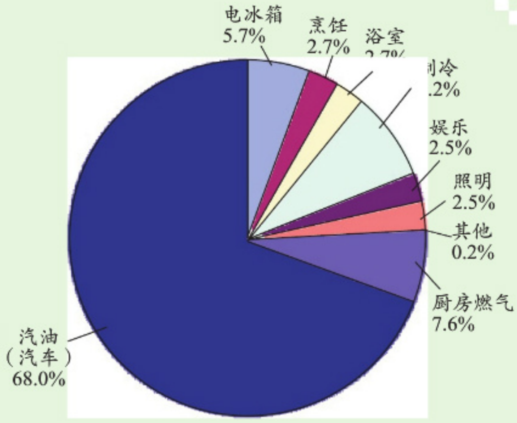


图10–26　一个家庭的能源消费结构

10.4.2　提高能源的利用效率

提高能源效率（energy efficiency）是指用最有效的方式利用能源。换句话说就是，用同样多的能源获得更多的产出。

以汽车为例，汽油燃烧释放的能量约有 60% 通过热传递损失，15%～25% 的能量损失于发动机的摩擦等，真正用于驱动汽车前进的能量只占 20%～25%。科学家采用降低发动机摩擦、使汽油燃烧更加充分等多种新技术（图 10–27），大大提高了汽油的使用效率，节约了能源。



图10–27　采用新起停技术的发动机可节约7.5%的汽油

再如，锅炉需要消耗大量的煤等，新型节能锅炉将高新材料技术、燃烧技术等有机结合在一起，能使煤充分燃烧。这样的锅炉热效率能达到 70%～80%，可以节煤 10%～15%。

通过发展科技，我们还可以利用其他多种提高能源利用效率的技术，如马达变频技术、废热回收技术等等。

活动4

1. 取一只 12 W 节能灯安装在灯座上，接通电源。把一支温度计的玻璃泡置于距节能灯约 8 cm 处。5 min 后记下温度计的示数。
2. 断开电源，等节能灯冷却后，将它从灯座上取下。再将 60 W 的白炽灯装上，重复上述步骤。
3. 计算节能灯和白炽灯消耗的电能，解释出现的差别。

12 W 的节能灯与 60 W 的白炽灯亮度相当。



图10-28　白炽灯和节能灯

10.4.3　增加可更新能源的使用

研究和开发新能源，增加可更新能源的使用，是摆脱能源危机的有效途径。不同国家和地区的实际情况各不相同，需要因地制宜，开发不同的新能源。

例如，我国有很长的海岸线，具有开发利用海洋能源的优良条件。我们可以开发利用海浪发电（图 10-29）、潮汐发电、海流发电（图 10-30）、温差发电等等新的发电技术。海洋蕴藏着数量十分巨大的能量，这些能量可更新，利用时不污染环境，是非常重要的新能源。



图10-29　海浪发电装置



图10-30　待安装的海流发电装置

在能源利用过程中，不能仅仅依赖单一能源，还可以同时使用各种不同的能源。例如，水能资源丰富的地区，除主要利用水力发电外，在水位较低的月份也可以用太阳能来发电。

小档案

海洋能

海洋能指海洋中的可更新能源，来源于太阳辐射与天体间的引力，这些能量以潮汐、波浪、温度差、海流等形式存在于海洋之中。

潮汐能指在涨潮和落潮过程中潮水产生的势能。潮汐能的强度与潮头数量和落差有关。通常潮头落差大于 3 m 的潮汐就具有产能利用价值。



图10-31　法国朗斯潮汐电站

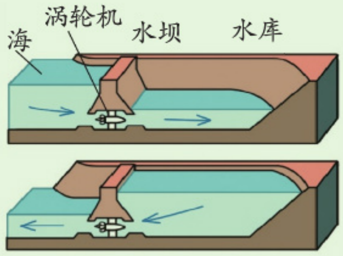


图10-32　潮汐电站原理图

海浪能指蕴藏在海面波浪中的动能和势能。海浪能主要用于发电。

海水温差能是海洋能的一种重要形式。低纬度的海面水温较高，与深层较冷的海水存在温度差，因而储存着温差热能，其能量与温差的大小和水量成正比。

海流能是指海水流动的动能，主要是指海底水道和海峡中较为稳定的洋流以及由于潮汐导致的有规律的海水流动所产生的能量，是另一种以动能形式出现的海洋能。

本章提要

1. 能源是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。获取能量的过程其实就是能量的转换或转移的过程。
2. 自然界中可循环再生并能长期提供的能源称为可更新能源；须经漫长的地质年代才能形成而无法在短期内更新的能源称为不可更新能源。
3. 按取得方式的不同，能源可分为从自然界直接取得，没有经过加工转换的一次能源和经过自然的或人工的加工转换成另一形态的二次能源。
4. 化石燃料主要有煤、石油和天然气三种。煤是世界上储量最多的化石燃料。石油是黑色黏稠状的液体能源。天然气是甲烷和其他气体组成的混合气体。

5. 原油是一种成分非常复杂的混合物，必须送达炼油厂进行分层蒸馏、加工提炼，才可以获得种类繁多的石油产品。
6. 太阳能就是指太阳的辐射能。地球上的生命自诞生以来，就主要依靠太阳提供的辐射能生存。
7. 水能、风能、生物质能等可更新能源都间接源于太阳能。
8. 存在于地球内部，使岩浆保持炽热状态的能量称为地热能。
9. 能源是人类生存和社会繁荣的重要物质基础之一。通过减少不必要的能源消耗、提高能源的使用效率、增加可更新能源的使用等方法，可以节约能源。

练 习 题

一、选择题

1. 下列能源中属于可再生能源的是（　　）。
   A．核能　　B．天然气　　C．石油　　D．太阳能

2. 关于火力发电过程中的能量转换，下列说法正确的是（　　）。
   A．化学能→热能→机械能→电能
   B．化学能→机械能→热能→电能
   C．热能→机械能→电能
   D．化学能→热能→电能

3. 由石油提炼出各种产品的方法是（　　）。
   A．电解法　　B．蒸发法　　C．分层蒸馏法　　D．沉淀过滤法

4. 海底蕴藏着大量的“可燃冰”，它是天然气和水在低温高压下形成的固态物质，因外形晶莹剔透，酷似冰块却能燃烧而得名，是一种热值高、清洁无污染的新型能源。下列说法正确的是（　　）。
   A．可燃冰是可再生能源
   B．可燃冰的能量来自上亿年前的太阳能
   C．可燃冰是水在低温下凝固形成的
   D．可燃冰燃烧时核能转换为热能

5. 太阳中蕴藏无比巨大的能量，下列说法中正确的是（　　）。

A. 太阳能是不可再生能源

B. 太阳能的应用会严重污染环境

C. 太阳能的应用具有广阔前景

D. 太阳能不能转换成电能

6. 如图所示为某高校学生设计的一款小夜灯。它的一侧是太阳能电池板，白天接受阳光照射，晚上给另一侧高效节能的 LED 灯板提供电能。关于小夜灯中所应用的科学知识，下列说法不正确的是（　　）。



图10-33

A. 太阳能是可再生能源

B. 太阳能电池板将电能转换为光能

C. 白天阳光照射太阳能电池板时，太阳能转换为电能

D. LED 灯将电能转换为光能的效率比白炽灯的高

7. 研究能源利用，实现可持续发展已经成为 21 世纪世界各国共同的任务，能源按不同的分类方式可进行不同的分类。下列四种能源中，能归入如图所示阴影部分的是（　　）。



图10-34

A. 煤　　B. 天然气

C. 核能　　D. 太阳能

二、简答题

1. 风能是一种清洁能源，按可再生能源和不可再生能源分类，它属于________能源。目前世界上有多个国家大力发展风力发电，风力发电是将风的___________能转换为电能。

2. 能源与环境已成为人们日益关注的问题。

（1）目前，人们利用最多的能源是煤、_________和天然气等化石燃料。

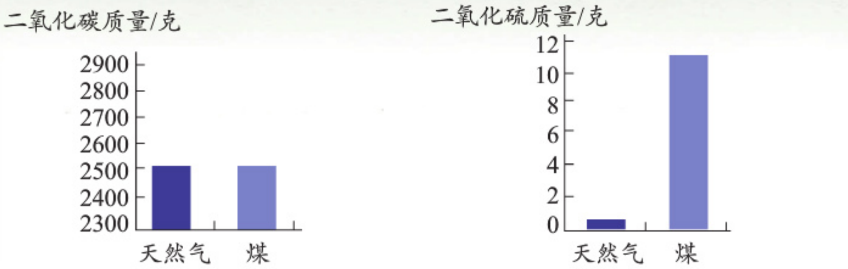
（2）充分燃烧 1000 g 天然气和煤所产生的二氧化碳和二氧化硫气体的质量如图 10-35 所示。根据图示分析，下列说法正确的是（　　）

A. 天然气燃烧产生的气体，更易导致酸雨

B. 该天然气中不含硫元素

C. 煤燃烧对环境影响较小

D. 燃烧煤和天然气都有温室气体产生



a. 充分燃烧产生二氧化碳的质量　　b. 充分燃烧产生二氧化硫的质量

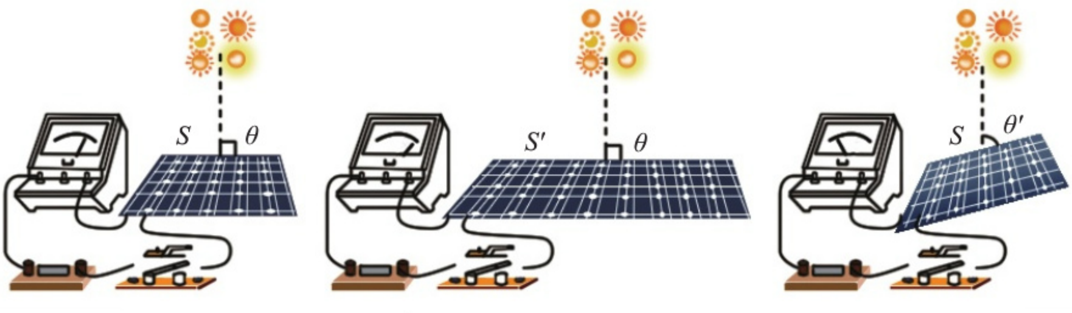
图10-35

（3）随着全球能源使用量的不断增长，人类迫切需要开发新能源。目前正在开发和使用的新能源有潮汐能、生物质能、________等。

3. 太阳能电池帆板（简称“电池板”）是为空间飞行器提供能源的装置，如图 10–36 所示。“电池板”通常装有“向日器”，有了“向日器”，“电池板”就像“向日葵”一样迎着太阳转动。某兴趣小组为了研究“影响太阳能电池产生电流大小的因素”，他们用材料相同、面积分别为 S 和 S' 的“电池板”进行实验，并改变“电池板”与光线的夹角，用安培计观察电流大小，实验过程如图 10–37 所示。请根据实验现象及相关条件归纳得出初步结论。



图10–36　装有太阳能电池板的的卫星



a　　b　　c

图10–37　探究影响太阳能电池产生电流大小的因素

①分析比较图 a 与 b 可得：____________________________。

②分析比较图 a 与 c 可得：____________________________。

③根据实验结论可知，太阳能电池板安装“向日器”，是为了自动改变太阳能电池板的角度，尽量使____。

4．水能、风能和生物质能等可更新能源与太阳能有什么关系？

5．随着人类物质文明和精神文明的不断增长，能源消耗量也越来越大，特别是近三四十年来，能耗增长趋势十分明显。如果把全世界的能源消耗量折合成发热量为 2.93×10^7 J 的标准煤来计算，1950 年为 20 亿吨，1987 年为约 110 亿吨，2000 年超过 200 亿吨。如图 10–38 所示，能源消耗量这样迅速增长，会不会出现“能源危机”？你认为人类应如何解决能源消耗迅速增长这个问题？

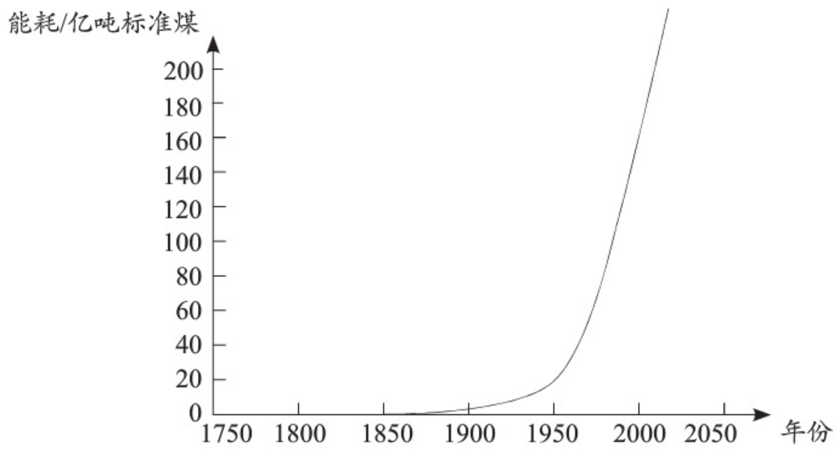


图10–38

第四单元

人与自然的可持续发展



第11章 环境的可持续发展

学习目标

1. 知道生物圈是所有生物的家园。
2. 知道地球提供生物的基本需求。
3. 知道生物与环境的关系。
4. 能说出生物之间的相互关系。
5. 知道什么是生态系统。
6. 知道什么是种群、群落。
7. 能说明什么是生产者、消费者与分解者。
8. 知道食物链和食物网及其关系。
9. 知道能量在食物链中的流动。
10. 知道生态系统里的能量流动和物质循环。
11. 知道生态平衡的重要性。
12. 知道常见的细菌和真菌引起的疾病。
13. 认识生物的多样性。
14. 能说明保护生物多样性的重要性并提出保护措施。
15. 能关注保护环境的方法。
16. 知道可持续发展的意义。



本章概念图

- 环境的可持续发展
  - 生物圈
    - 范围
    - 作用
      - 生境（栖息地）
  - 生物与环境的关系
    - 非生物因素
    - 生物因素
      - 种内关系
        - 互助、斗争
      - 种间关系
        - 捕食、共生、竞争
    - 生物对环境的影响
  - 种群和群落
  - 生态系统
    - 组成成分
      - 无机环境
      - 生物
        - 生产者、消费者、分解者
    - 营养结构
      - 食物链
      - 食物网
    - 能量流动
    - 物质循环
    - 生态平衡
  - 人类与其他生物的关系
    - 人类在食物网中的位置
    - 病原体
      - 传染病
  - 生物多样性
    - 概念
    - 保护生物多样性的意义和方法
  - 保护环境
    - 环境保护的概念
    - 环境保护的方法
  - 可持续发展

11.1 所有生物的家园——生物圈

地球上所有的生物有一个共同的家园 —— 生物圈（biosphere），生物圈构成了人类在地球上生活的自然环境。

11.1.1 生物圈的范围

我们知道，地球内部可分为地壳、地幔和地核，地壳外面有大气层。其中哪些部分有生物生存呢？地壳内部是不可能有生物生存的，因为没有空气和水，温度也太高。地球上适合生物生存的地方，只有表面的一薄层。科学家把这一薄层叫做生物圈，它是地球上全部生物及其生活领域的总称。以海平面为标准，生物圈向上可到达大气层约 10 km 的高度，向下可深入 10 km 左右的海沟底部（图 11-1）。

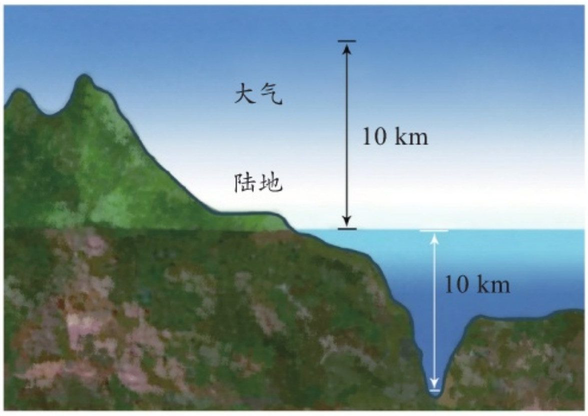


图11-1　生物圈的空间

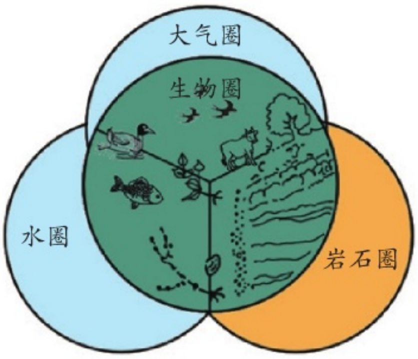


图11-2　生物圈的范围

科学上把大气层称为大气圈，把地球上的江河湖海、冰川、地下水等所有的水体总称为水圈，土壤岩石称为岩石圈，所以生物圈的范围就包括大气圈的底部，岩石圈的表面和几乎全部的水圈（图 11-2）。

想一想

你知道大气圈、水圈和岩石圈中，分别分布着哪些生物吗？

11.1.2 生物圈为生物的生存提供了基本条件

读 图

仔细观察图 11–3，比较图中的六种生物，它们需要哪些共同的生存条件？这些条件是地球上所有生物生存所必需的吗？



向日葵



长颈鹿



沙丁鱼群



白鹭



仙人掌类植物



北极熊

图11–3 生物圈中的各种生物

地球上所有生物的生存都需要营养物质、阳光、空气和水，还需要适宜的温度和一定的生存空间。正是生物圈为生物提供了这些基本条件。

11.1.3 生境

生物圈中的各种生物，它们生存所需要的环境条件完全一样吗？

在上面所说的基本条件中，各种生物需要的具体条件是互不相同的，每一种生物都在特定的区域中生存。例如，鹦鹉（图 11–4）和香蕉树（图 11–5）不能在寒冷的地区生存，企鹅（图 11–6）不能在热带生存。科学家把能够为某种生物的生存、生长和繁殖提供特定条件的环境，称为它们的生境（habitat）。生境其实就是生物居住的地方，动物的生境也就是某种动物可能出现的空间范围，因此我们也把它叫做栖息地。



图11–4 鹦鹉生活在热带雨林中



图11-5　在热带地区种植的香蕉树



图11-6 生活在南极的企鹅

活动 1

图 11-7 中的生物，你了解它们的生境吗？请用线条把生物与它的生境连接起来。



珊瑚虫



蜗牛



亚洲象



非洲狮

温暖潮湿的草丛　　热带浅海的海底　　热带草原　　热带雨林

图11-7　各种动物有不同的生境

11.2　生物与环境的关系

生物圈中的生物通常都在它们适合的生境中生活，说明生物的生存是依赖于一定的环境的。生物与环境之间究竟有着怎样的关系呢？为便于研究，我们把环境中对生物产生影响的因素分为非生物因素（abiotic factor）和生物因素（biotic factor）。

11.2.1 非生物因素对生物的影响

在生物生存的基本条件中，阳光、空气、水、温度等，都是会对生物产生影响的非生物因素。例如，就温度而言，许多海豹生活在终年寒冷的南极或北极地带（图 11-8），橡胶树生活在炎热的热带（图 11-9）。如果非生物因素中的一个或几个因素发生剧烈变化，如干旱缺水、温度骤降等，就会影响生物的生活，甚至导致生物死亡。



图11-8 生活在极地的海豹



图11-9 生活在热带的橡胶树

想一想

阳光对生物有什么影响？

小档案

非洲大草原上的动物大迁徙

非洲热带草原是世界上面积最大、发育最好、特征最为典型的热带草原，面积约占非洲大陆面积的 40%。热带草原气候终年高温，一年分为明显的干季和湿季。湿季时植物繁茂；干季时缺水少雨，植物一片枯黄。因此，热带草原上的动物有随着水草迁徙的习性。生活在这里的野生动物奔跑能力都很强，这样才能在干季时迁徙到水草肥美的地方继续生存，湿季时再迁徙回来。

在东非高原上，每年都发生一次上万头有蹄类兽群大迁徙，甚为壮观。参加大迁徙的兽群一般分为前中后三批：打头阵的是 20 多万匹野斑马，紧跟其后的是百万头牛羚（图 11-10），殿后的有 50 多万只瞪羚（图 11-11）。斑马喜食高层新草，中层嫩草正好是牛羚的食物，而底层短草便是个头矮小的瞪羚的美味了。紧跟草食动物之后，便是成群结队的非洲狮、猎豹等凶猛肉食动物。

可见，非洲大草原的草食动物，是为了水和植物，跟随雨季而迁徙的；肉食动物则为了获取食物而随草食动物迁徙。


图11-10　非洲大草原上成群结队迁徙的牛羚


图11-11　瞪羚

11.2.2　生物因素对生物的影响

生物圈中的每一种生物都受到周围其他生物的影响，影响生物生活的其他生物就是这种生物生活环境中的生物因素。生物之间的关系包括同种生物之间的关系和不同种生物之间的关系。

同种生物之间的关系有种内互助和种内斗争。种内互助是同种个体之间为共同防御敌害、获取食物及保证种族生存和繁衍而进行的相互合作和帮助的行为（图 11-12）；种内斗争指同种个体之间为争夺食物、空间、配偶等发生的斗争（图 11-13）。


野牛群合力对抗狮子


蚂蚁合作搬运食物

图11-12　种内互助



森林中的同种树木为争夺阳光而竞相向上生长　　两只雄狮在争斗

图11-13　种内斗争

不同种生物之间，最常见的是捕食（predation）关系，这是一种生物以另一种生物为食的现象（图 11-14）。



蝗虫在吃植物　　鹰在捕食鱼　　捕蝇草捕食小昆虫

图11-14　不同种生物之间的捕食关系

此外，不同种生物之间还有竞争（competition）关系和共生（symbiosis）关系。种间竞争指两种生物为有限的生存条件（如阳光、水分、空间）或生活资源（如营养物质、食物）而相互排斥的现象。例如，森林里的某种树与其他树竞争阳光（图 11-15），稻田里的杂草与水稻争夺阳光、养料和水分。共生指两种生物之间相互依存的互利关系，共生的双方都能从这种关系中得到好处。例如，一些寄居蟹会将海葵背在壳上。寄居蟹可利用海葵的有毒触手保护自己，免于被其天敌如章鱼猎食；海葵则可借寄居蟹的活动能力，变换生活环境，以摄食更多的浮游生物。有时，一只寄居蟹甚至可以背着数只海葵活动（图 11-16）。



图11-15　热带雨林中不同种植物之间为争夺阳光而竞争



图11-16　海葵和寄居蟹之间的互利共生

小档案

地　衣

在岩石上随处可见的地衣（lichen），是真菌和光合生物（绿藻或蓝细菌）之间稳定而又互利的共生联合体（图 11-17）。在共生关系中，光合生物进行光合作用制造有机养分，菌类则吸收水分和无机盐，为光合生物提供光合作用的原料，并围裹光合生物细胞，以保持一定的形态和湿度。在地衣中，真菌和光合生物的共生不是对等的，受益多的是真菌。将它们分开培养，光合生物能生长繁殖，菌类则会因缺乏营养物质而死亡。故也有人认为地衣是寄生在光合生物上的特殊真菌（图 11-18 ）。

全世界已知的地衣有 500 多属，26000 多种。从两极至赤道，由高山到平原，从森林到荒漠，到处都有地衣生长。



图11-17　岩石上随处可见的地衣



图11-18　地衣的结构
（上下皮层都由真菌构成）

11.2.3 生物对环境的影响

实际上，生物不只是接受环境中非生物因素和生物因素的影响，它们也会对环境产生影响。例如，蚯蚓生活在土壤中，它的运动能疏松土壤，使土壤保持良好的透气性；它的排泄物能增加土壤有机质并改善其结构，使土壤适于植物的生长（图 11-19）。海边红树林盘根错节的发达根系能有效滞留陆地来沙，减少近岸海域的含沙量；它茂密高大的枝体宛如一道道绿色长城，能有效抵御风浪袭击，从而起到防风消浪、促淤保滩、固岸护堤、净化海水和空气的作用（图 11-20）。



图11-19 生活在土壤中的蚯蚓



图11-20 海边的红树林

在生物与环境相互作用的漫长过程中，生物在不断演化、适应环境，环境也在不断改变。生物与环境的相互作用造就了今天的生物圈。

11.2.4 生态系统

站在一片树林中，你会看到什么呢？高高低低的树木，不知名的花草，各种各样的小动物，枝叶间透过的阳光，等等。这片树林中各种生物之间、生物与非生物因素之间，都有着千丝万缕的联系，生物与环境组成了一个统一的整体。像这样在一定地域内由生物和它们生活的无机环境构成的统一整体，科学上称之为生态系统（ecosystem）。

地球上有无数大大小小的生态系统，一片森林、一片草原、一个池塘、一块农田、一条河流等，都可以看作一个生态系统（图 11-21）。生物圈是地球上所有生态系统的总和，是最大的生态系统。



湖泊生态系统



草原生态系统



农田生态系统



森林生态系统

图11-21　地球上的各种生态系统

想一想

为什么可以把生物圈看作一个生态系统?

11.3　种群和群落

在生物圈中，单独一个生物个体是无法生存和繁衍的，它们总是聚集在一起形成种群和群落。

11.3.1　种群

根据气候、地形等特点，生物圈可以划分为许许多多的区域。在一个区域内，常有许多同种的生物个体生活在一起。科学家把生活在一定区域内的同种生物个体的总和称为种群(population)。例如，生活在一块水稻田里的

所有水稻，就是一个种群（图 11–22）；亚洲象往往成群生活，象群一般由多头大大小小的雄象和雌象组成，它们也构成了一个种群（图 11–23）。



图11–22　一块水稻田里的水稻属于一个种群



图11–23　一个象群构成了一个种群

所有的生物个体都生活在种群中，生物的种内合作和种内斗争就是在种群里发生的。

11.3.2　群落

在生物圈的任何一个区域里，往往都生活着许多种生物。以图 11–24 的淡水池塘为例，一个池塘里会有许多种生物，如浮萍、青蛙、细菌、草履虫等。科学上把生活在同一生活环境中的所有生物种群的总和称为生物群落（biotic community），简称群落（community）。

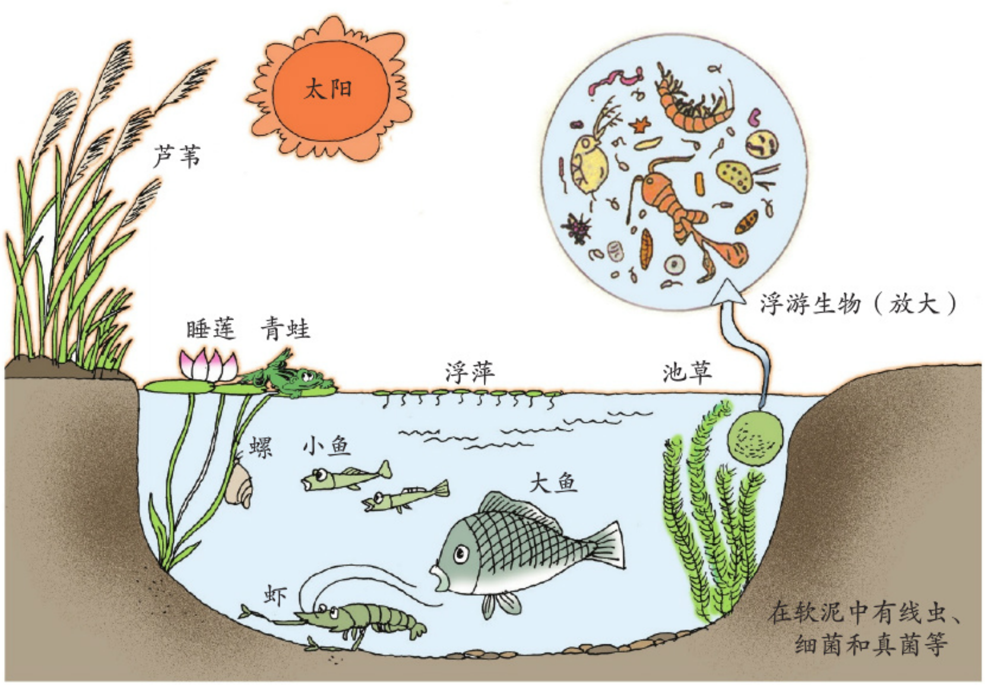


图11–24　池塘中的生物群落

想一想

生活在一个生态系统中的所有某种生物，能否叫做这种生物的一个种群？

活动2

在校园内或校园附近，找一个花坛或一块农田，观察在这个区域生活的生物群落，统计你发现的动物、植物和真菌的种群数目，记录在表11–1中。

表11–1 记录表

种群类别	动物	植物	真菌	合计
种群数目				

不同的生物群落，它们的生物种类和个体数量各不相同。不同种生物之间存在的捕食、共生、竞争等关系，就发生在群落里。

想一想

在生物圈中，为什么单独一个生物个体是无法生存和繁衍的？

11.4 生态系统的营养结构及其功能

既然人类生活的环境是由无数大大小小的生态系统组成的，那么我们就需要研究这些生态系统具有怎样的结构与功能。

11.4.1 生态系统的组成成分

每个生态系统，都必须要有供生物生活的无机环境，包括阳光、空气、适宜的温度和水等。此外，还有在这个地域生活的生物。科学研究发现，一

个长期存在的生态系统，其中的生物必定有制造有机物的生产者、有机物的消费者和有机物的分解者。

读图

分析图 11-25 中的生物在生态系统里的作用，进行以下讨论。



牧场上的牛　　猎豹捕食瞪羚　　树桩上的真菌

图11-25　生态系统中的各种生物

1. 牧场上的牛所需要的有机物是哪里来的？
2. 非洲大草原上的草、瞪羚、猎豹三者之间有着怎样的关系？
3. 右图中的树桩最终会腐烂而消失吗？
4. 在生态系统中，植物、动物和真菌各起什么作用？

在生态系统中，植物能够通过光合作用制造有机物。植物制造的有机物，不仅供植物自身所用，还为其他生物提供食物。所以，植物是生态系统中的生产者（producer）。

动物自身不能制造有机物。草食动物直接以植物为食；肉食动物捕食草食动物，间接地以植物为食。归根到底，它们都是从生产者那里获得有机物的，因而被称为消费者（consumer）。

细菌、真菌、一些原生动物及腐食性动物（如蚯蚓等），它们从动植物的遗体和遗物里面获取有机物，同时把这些有机物分解为二氧化碳及其他简单的无机物，使之回归土壤和空气，供植物重新利用（图 11-26）。因此，它们被称为生态系统中的分解者（decomposer）。



苹果受细菌和真菌侵袭而腐烂，腐烂过程中有机物被利用并分解。



动物尸体中的有机物慢慢被分解者利用并分解。

图11-26　生态系统中分解者的作用

生产者、消费者和分解者之间相互依存，使生态系统呈现出生机勃勃、绚丽多彩的景象。

读图

根据图 11-27 所示，分析生产者、消费者和分解者之间为什么是相互依存的?

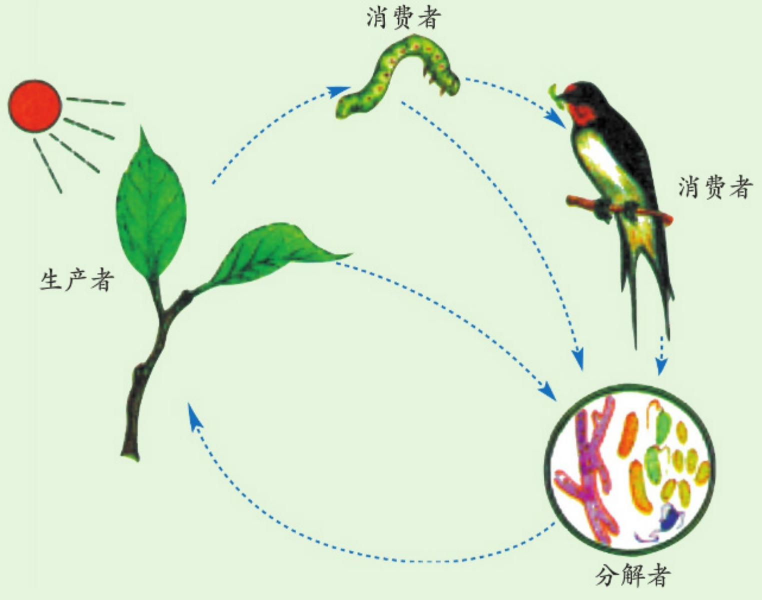


图11-27　生态系统中，生产者、消费者和分解者相互依存

小档案

化能合成细菌

自然界中有些细菌能以二氧化碳为主要碳源，以无机含氮化合物为氮源合成有机物，并通过氧化外界无机物获得生长所需要的能量。这些微生物进行的能量转换过程称为化能合成作用。例如，硝化细菌能利用氨（NH_3）和亚硝酸（HNO_2）氧化所释放的能量合成有机物；铁细菌能够氧化硫酸亚铁（$FeSO_4$），并利用氧化释放的能量合成有机物。它们也是生物圈中的生产者，但是它们合成的有机物，同绿色植物相比可谓微不足道。不过这些细菌对维持地球上的物质循环以及净化环境，具有重要作用。

想一想

1. 一个生态系统中的所有生物，同属于一个群落吗？

2. 一般情况下，一个群落中的生物是否都可以区分为生产者、消费者和分解者？

生态系统中的生物群落生活在无机环境中，无机环境给生物提供非生物的物质和能量，主要有阳光、热能、水、空气和无机盐等。因此，生态系统是由无机环境和生物群落共同组成的。

想一想

这里说的无机环境，与 11.2 节讲的非生物因素之间是什么关系？

11.4.2 食物链和食物网

消费者和生产者之间、消费者中肉食动物和草食动物之间，通过捕食与被捕食形成了食物关系。这种不同生物之间由于食物关系而形成的链条式联系，叫做食物链（food chain）。

活动 3

图 11-28 表示某个生态系统中存在的生物，请你按食物关系把它们用箭头连接起来。

连接时，注意箭头要指向取食者（捕食者）。

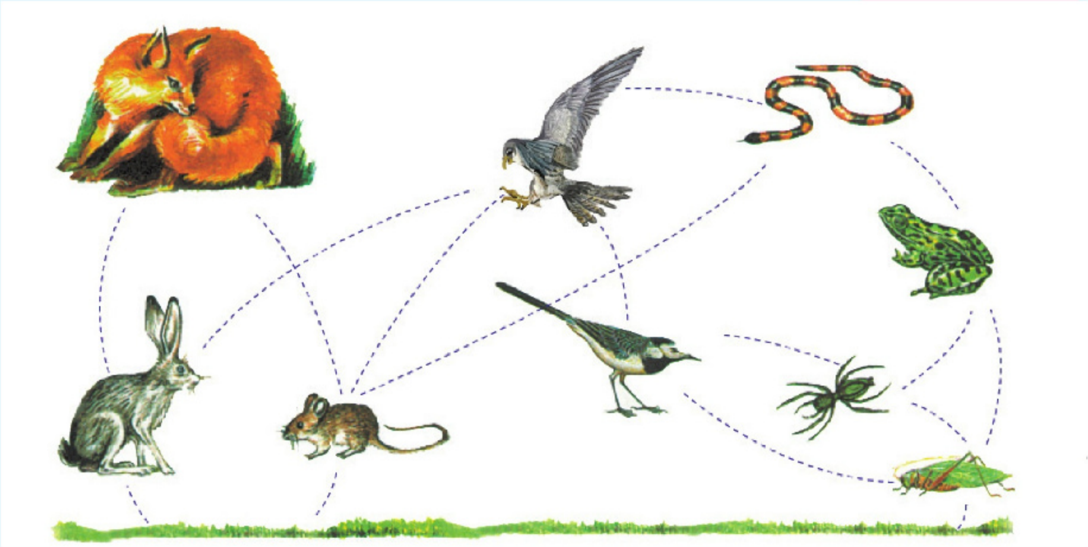


图11-28　某生态系统中一些生物之间的食物关系

1. 请写出图中的一条食物链：____________________________。
2. 你连接的食物链有多少条？____________。其中最短的有几个环节？____________。最长的呢？____________。
3. 不同的食物链之间会交叉吗？____________。为什么？____。

图 11-29 中有 9 条食物链。例如：草→昆虫→青蛙→蛇→鹰。自然界的食物链有短有长，短的由 2—3 个环节构成，长的可有 5—6 个环节。生态系统中的食物链往往相互交错，形成复杂的网状结构。我们把生物之间由于食物关系形成的网状联系，称为食物网（food web）。

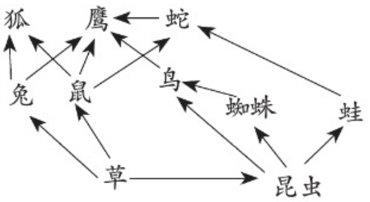


图11-29　一个生态系统的食物网

想一想

为什么食物链中的箭头要指向取食者（捕食者）？

11.4.3 生态系统中的能量流动

按照能量转化与守恒定律，生物的各种生命活动，如运动、生长发育、繁殖等，都需要消耗能量。能量在生态系统中是怎样流动的呢？

活动 4

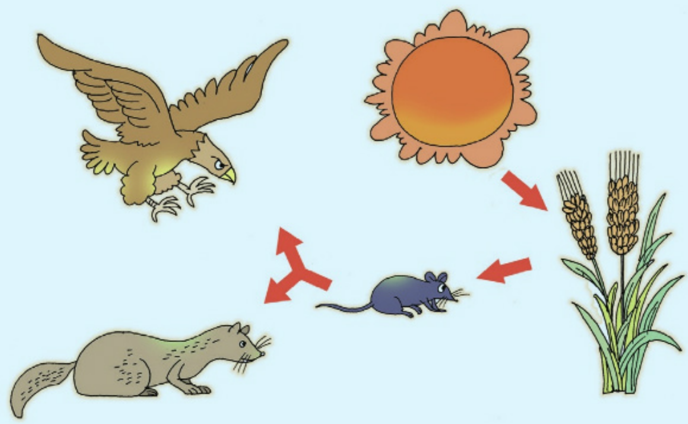


图11-30 有机物和能量在食物链和食物网中流动

1. 图 11-30 中的绿色植物、鹰、黄鼠狼、鼠进行生命活动所需的能量，分别来自哪里？ ________________________。
2. 食物链和食物网中的箭头，从能量流动的角度看，表示什么意思？ ______________________。
3. 食物链的起始环节都是什么生物？ ______________。为什么？ ______________。

在生态系统中，绿色植物通过光合作用把太阳光能转换为化学能储存在有机物中，动物在摄食并消化吸收食物中的营养物质时，有机物中的能量就流入动物体内。食物链和食物网中的箭头，表示的就是有机物和能量在不同生物中的流动方向。

地球上包括人类在内的所有生物，其生命活动所需的能量，最终都来自太阳光能。绿色植物把太阳光能转换为化学能，供其他生物利用。因而生物圈中食物链的起点，都是绿色植物。

生态系统中的有机物和能量，就是通过食物链和食物网在生物之间转移和传递的。因此，食物链和食物网是生态系统营养结构的基础。

小档案

捕食食物链和碎屑食物链

科学上把生态系统中生产者与消费者之间、消费者与消费者之间通过吃与被吃而形成的食物链称为捕食食物链。捕食食物链是以绿色植物为起点的食物链。



图11-31 蜣螂

除了捕食食物链外，生态系统中还存在另外一类食物链，称为碎屑食物链（detritus food chain），如“动植物尸体→腐食性动物→细菌、真菌”。这类食物链的主角是分解者，它包括一些原生动物、蚯蚓等腐食性动物以及细菌、真菌等。分解者在取食、分解有机物时，获得了自己所需要的有机物和能量。经过碎屑食物链各个环节生物的分解作用，有机物由复杂变简单，最后变为无机物。碎屑食物链具有重要作用，它的存在使生态系统的物质循环得以正常进行。例如，澳大利亚由于大力发展养牛业，大量的牛粪覆盖在牧草上，影响了牧草生长，牧场一度陷入生态危机。后来从国外引进以粪便为食的蜣螂（俗称屎壳郎），才重新建立了生态平衡（图 11-31）。

11.5 生态系统的稳定性

春往秋来、花开花落，年复一年，我们往往不太容易观察到生态系统在不同年份的变化。这是因为地球上的生态系统包括生物圈，一般情况下是处于平衡状态的。这种平衡，我们称之为生态平衡。所谓生态平衡，具体指什么呢？

11.5.1 生态系统中的能量流动

生态系统中的能量流动有什么特点呢？为了观察生态系统中的能量流动，我们先来制作一个生态瓶（图 11-32）。

活动 5



图11-32　生态瓶

根据生态系统组成及营养结构的知识，我们模拟淡水生态系统，来做一个生态瓶。

1. 在广口瓶（或透明的可乐瓶）中加入细沙或小石子以及澄清的池水（河水、井水或经过晾晒的自来水都可以），注意上面要留有空气。
2. 在水中放入浮萍、金鱼藻或苦草等植物，以及田螺、小鱼或小虾等小动物。
3. 将瓶口封闭。广口瓶可在瓶口上盖玻璃板或橡皮塞，然后用凡士林封住。这样，它就成了一个独立的生态系统。
4. 把生态瓶放在有阳光但阳光不直射的窗台上。
5. 每天观察这个生态瓶中各种生物的生活情况，看哪个生态瓶中哪种生物的存活时间长。

回答有关这个生态系统的问题：

1. 其中的非生物因素有 ________________________。
2. ____________ 是生产者，____________ 是消费者。有分解者存在吗？____________，在哪里？ ________________________ 。
3. 画出其中存在的食物链：________________________。
4. 能量在这个生态系统中是怎样流动的？ ________________________。

一个生态系统中的能量流动，可以用图 11-33 表示。

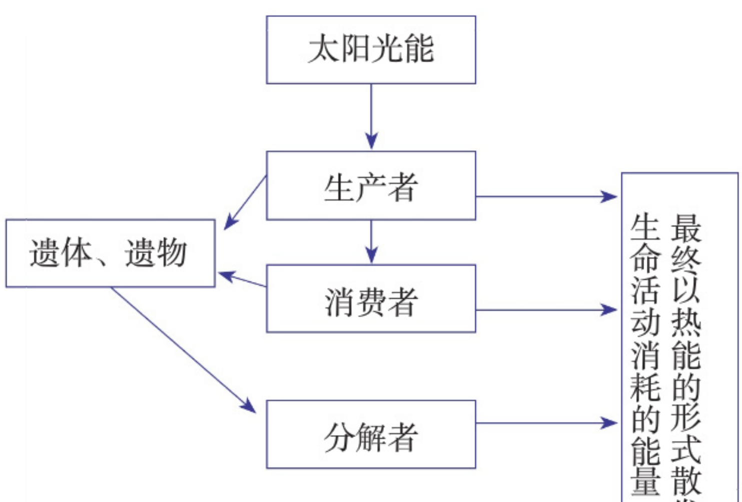


图11-33　能量在生态系统中单向流动

在食物链中，能量是单向流动的。由于各环节的生物进行生命活动时都需要消耗能量；而且前一环节的生物不可能全部被后一环节的生物捕食，前一环节生物储存的能量也不可能全部转移到后一环节，所以能量在传递过程中是逐级递减的。这也是食物链的环节不会太多，并且愈向食物链的后端，生物体的数目愈少的原因。

11.5.2　生态系统的物质循环

与能量的单向流动不同，生态系统中的物质流动则是循环不息的，即组成生物体的一些基本化学元素，如碳、氢、氧、氮、磷、硫等，在生物与无机环境之间可以反复地出现并循环流动。碳是有机物中的重要成分，我们以碳元素为例，看看它在生态系统中是如何循环流动的。

这里所说的生态系统，是指地球上最大的生态系统——生物圈，物质循环带有全球性。

读图

图 11-34 简单描绘了生态系统中碳循环的主要途径，阅读后思考和讨论有关问题。

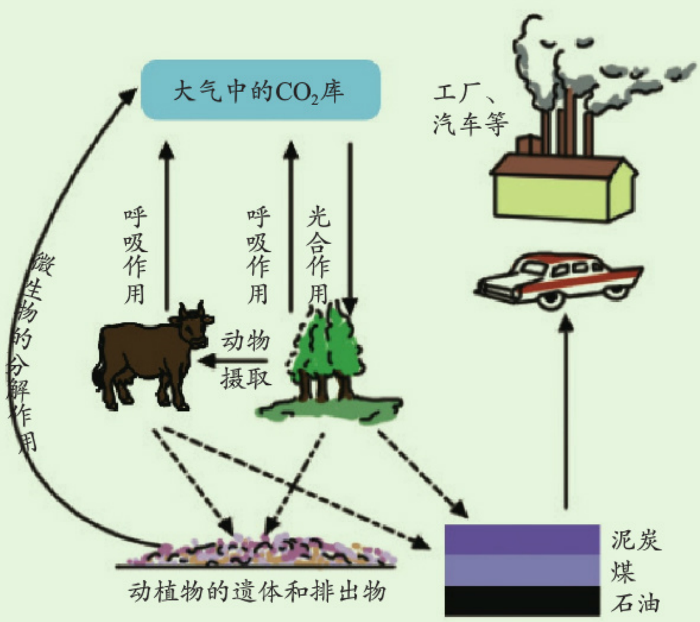


图11-34　生态系统中的碳循环

1. 无机环境中的二氧化碳是怎样进入到生物体内的？
2. 与生产者相比，消费者获得含碳化合物的方式有什么特点？
3. 生物的哪些生命活动可使无机环境中的二氧化碳得到补充？
4. 对生态系统中的碳循环，人类的活动起了什么作用？

同碳循环相似，生态系统中还存在氧、氮等元素的循环。总之，组成生物体的各种物质都来自无机环境。绿色植物利用从环境中获得的各种物质构成植物体，这些物质由此进入了食物链。各种生物的遗体和遗物被分解者分解后，这些物质又返回到无机环境中。组成生物体的物质在生物与无机环境之间的往返循环，科学上称之为生态系统的物质循环。

小档案

生物圈中的氧循环和氮循环

如图 11−35 所示，动植物的呼吸作用及人类活动（如燃料燃烧）都需要消耗氧气，产生二氧化碳。但植物的光合作用却大量吸收二氧化碳，释放氧气，如此构成了生物圈的氧循环。因此，氧循环和碳循环是相互联系的。

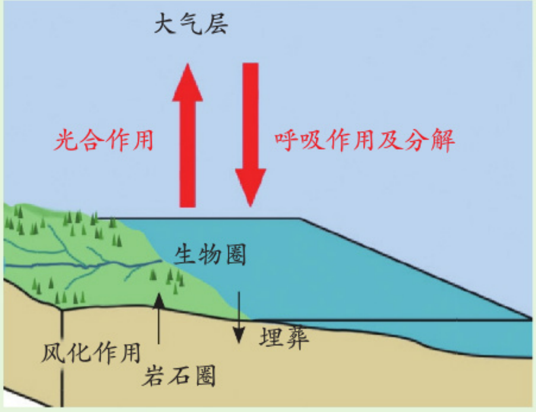


图11−35 生物圈中的氧循环

氮循环也是生物圈内基本的物质循环之一。与碳一样，氮也是构成生物体的必要组成元素，它是蛋白质的重要组成元素。空气中约有 78% 的气体是氮气，但是，游离态的氮不能直接被大多数生物所利用，必须与其他成分形成化合物（如氨或铵盐等），才能被植物利用。这种变化称为氮素的固定。

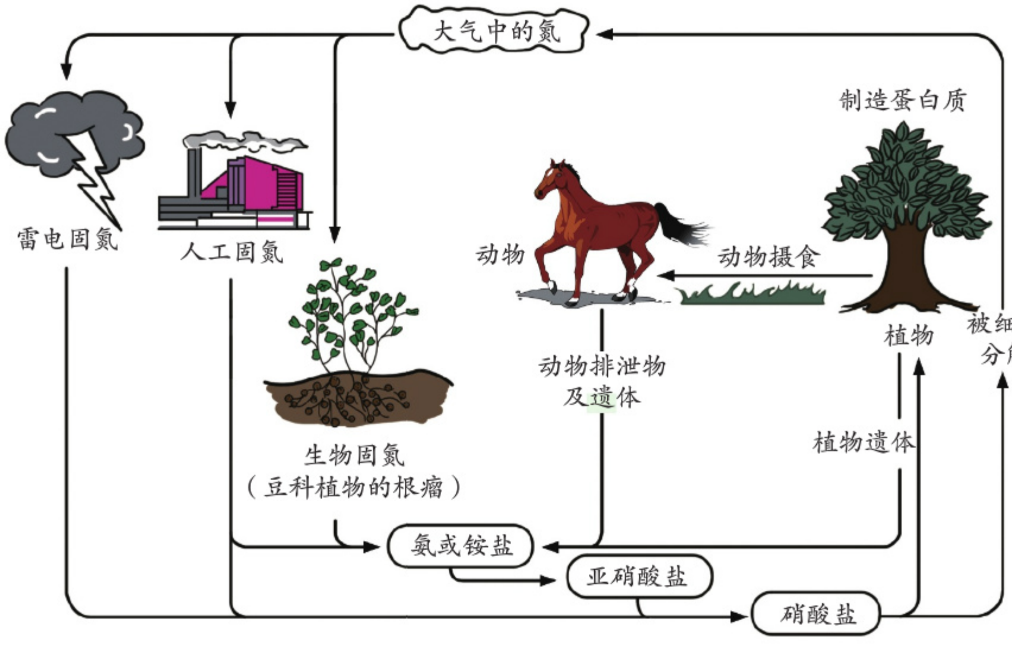


图11−36 生物圈中的氮循环

例如根瘤菌，寄生在豆科植物（例如豌豆或蚕豆）的根瘤中。这些细菌可以固定氮素，因此可通过栽种豆科植物使氮素贫瘠的土地变得肥沃。在现代社会，人类每年都通过工业固氮生产大量的氮肥供农业生产使用（图 11-36）。

11.5.3 生态平衡及其维持

生产者、消费者、分解者以及非生物的物质和能量，通过物质循环和能量流动紧密联系，构成一个统一整体，从而使生态系统得以存在并发展（图 11-37）。如果一个生态系统的组成保持稳定，那么其中的能量流动和物质循环也能保持稳定，我们就说这个生态系统处于生态平衡（ecological equilibrium）状态。

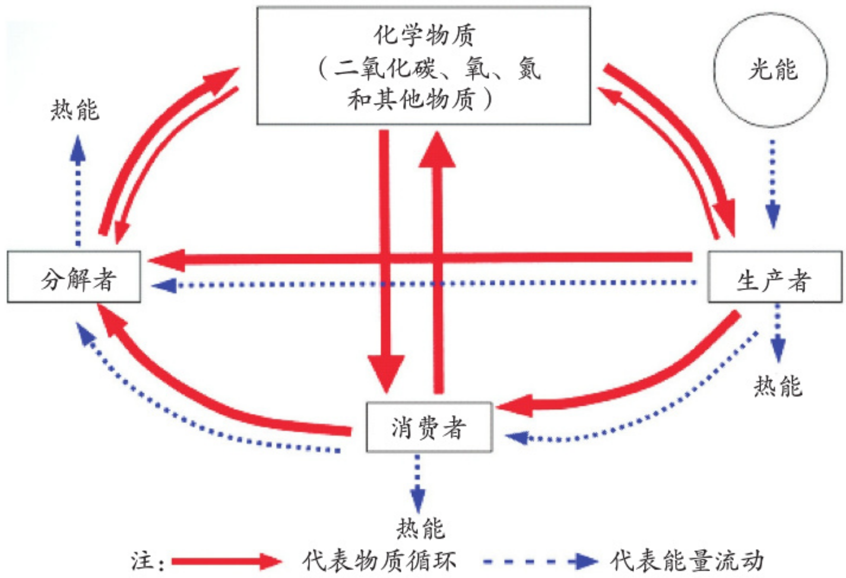
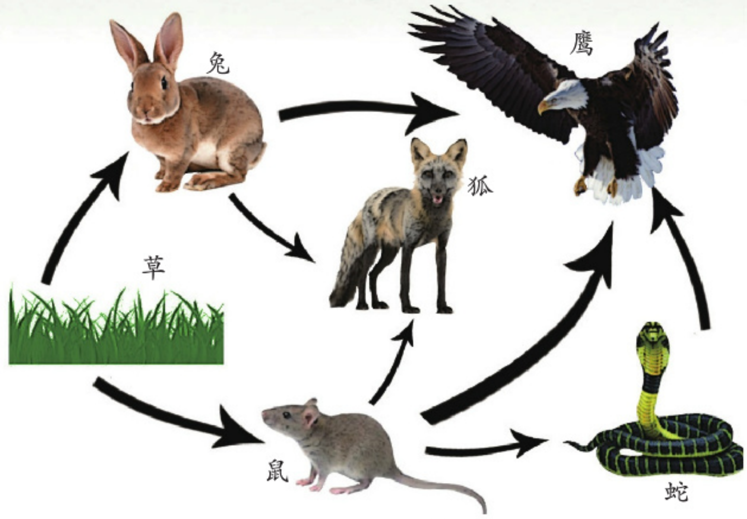


图11-37 生态系统中的能量流动和物质循环保持稳定

在自然界，由于气候变化等多种原因，各种生物的数量在不断变化。此时，生态系统如何保持它的平衡呢？我们可以举一个例子来说明。在草原上，当雨量充沛、气候适宜时，草木生长十分繁盛。由于食物充足，鼠类和兔类的数量就会增加。然而，当鼠类和兔类的数量大量增加时，它们取食的植物就会减少。同时，鼠类兔类的增多又会引起食肉动物（狐、蛇和鹰）数量的增多。这样，鼠类和兔类的数量就会下降，从而使草原上的植物逐渐得到恢复（图 11-38）。这个实例说明，生态系统对于自己生态平衡的稳定，具有一定的自动调节能力。



自然界的实际情况远比这个事例复杂，图11-38展示的只是一个简化了的模型。

图11-38　草原上植物、鼠类和兔类及食肉动物之间的关系

不同生态系统的自动调节能力存在差异，因而生态系统的稳定性有高有低。一般来说，生态系统的组成成分越复杂、生物种类越多，它的自动调节能力就越强、稳定性就越高。相反，生态系统的成分越简单、生物种类越少，它的自动调节能力就越弱，稳定性也就越低。

想一想

热带雨林与水稻田相比，哪个生态系统的自动调节能力强？为什么？

任何一个生态系统，它的自动调节能力都有一定的限度。如果一个生态系统的组成成分因人为或自然的原因遭到严重破坏，超过了自动调节能力的限度，那么它的能量流动和物质循环就不能正常进行，生态系统的平衡就会被破坏。

11.6　人类与环境中其他生物的关系

人类与其他生物一起生活在生物圈中，人类与生物圈中的其他生物之间存在什么关系呢？一方面人类以各种生物为食，是生物圈营养结构的组成成分，人类的生产和生活会对生物圈食物网产生重大影响；另一方面，有些生物也会对人类造成危害。

11.6.1 人类在食物网中的位置

在生物圈的各种生态系统中，几乎都有人类生活，人类是构成各种食物链和食物网的重要环节。

活动6

1. 请回忆你昨天所吃的食物，如大米、面粉、鸡蛋等。然后分析这些食物来自什么生物，如大米来自水稻、鸡蛋来自鸡。再分析这些生物所属的类群，它们归属动物、植物还是真菌。例如，早餐时吃了蛋糕，就要列出：面粉——小麦，植物；糖——甜菜或甘蔗，植物；鸡蛋——鸡，动物。把分析结果记录在表11–2中。

表11–2 昨天所吃食物的分析

食 物	来自什么生物	该生物所属的类群

2. 分析表11–2中动植物之间捕食与被捕食的关系，以及它们与人之间的食物关系，绘成像图11–39那样的食物网。

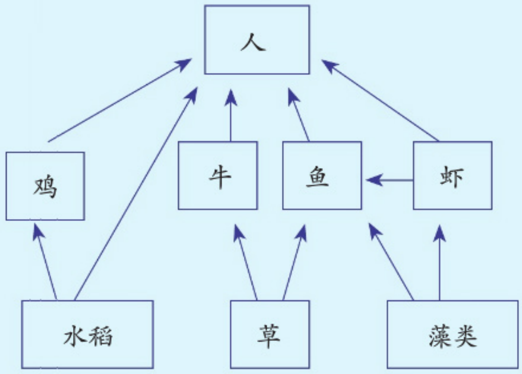


图11–39 根据所吃动植物画出的食物网示例

根据自己昨天所吃的动植物，画出食物网：

讨论：

1. 你昨天从哪些生物中获得了物质和能量？
2. 你昨天的食物涉及几条食物链？在这些食物链中，人处于什么环节？
3. 你认为人是生物圈营养结构的组成成分吗？为什么？

小档案

人口问题

从生态系统的角度，可以把一个国家和一个地区的人口作为一个种群来研究。在一个生态系统内，由于生活资源和空间有限，任何种群的个体数量都不可能无限制地增加。在很长一段时间里，由于生产力低下，医学不发达，人的寿命不长，人口的增长一直比较缓慢。近百年来，由于各方面条件的改善，世界人口数量骤增（图11-40）。然而，人类赖以生存的地球空间是有限的，生物圈可能提供的食物和淡水、土地等资源也是有限的，人口增长已对生物圈造成严重影响。因此，为纪念1987年7月11日地球人口达到50亿这个特殊日子，1990年联合国根据其开发计划署理事会的建议，决定将每年7月11日定为“世界人口日”（World Population Day），以唤起人们对人口问题的关注。

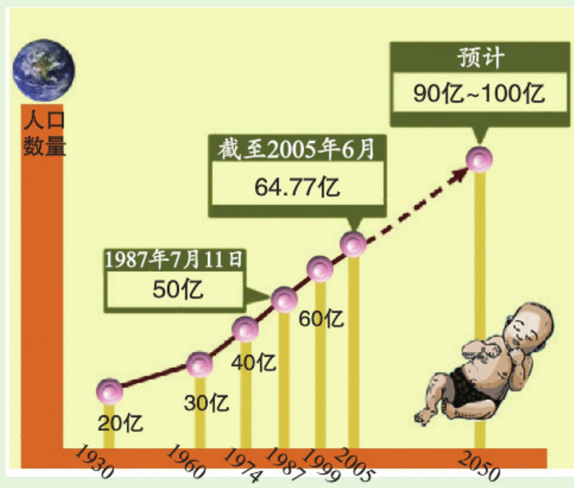


图11-40　世界人口快速增长，据世界银行（World Bank）的数据显示，全球人口在2014年已经达到72.08亿。

11.6.2 病原体和传染病

在20世纪前，外科手术是一项十分危险的事。许多病人因为伤口感染而死亡，但没有人知道引起感染的原因。19世纪60年代，法国科学家巴斯德提出，微生物是引起某些疾病的根源，杀死这些微生物能避免这类疾病的发生。现在我们知道，人类的生活环境中存在着许多能够致病的微生物，如致病的细菌、真菌、病毒、寄生虫等，它们被称为病原体（pathogens）。

病毒（virus）比细菌还小，它们没有细胞结构，不能独立生活，只能寄生在其他生物的活细胞内，并在寄主细胞内繁殖，最终使寄主细胞破裂，同时释放出新的子代病毒。这些子代病毒能以同样的方式感染和破坏其他细胞。

想一想

你患过感冒吗？你知道感冒是什么原因引起的吗？

当我们由于疲劳、营养不良等原因造成体质下降时，就可能受病原体感染而患病。病原体也可能在人群中传播，发生各种传染病。例如，结核杆菌可引起肺结核（图 11-41）；流感病毒使人、狗、禽类等患流行性感冒（图 11-42）；一些真菌的感染可引发手足癣（图 11-43）；蛔虫引起人体的蛔虫病（图 11-44）。

如果得了传染病，患者要到医院接受治疗，人类已经有了许多对付传染病的药物。由于病原体有可能在人群中传播，所以必要时，卫生防疫部门还会对有关人员采取隔离措施并对有关场所进行消毒，以防止传染病流行。



图11-41　结核杆菌

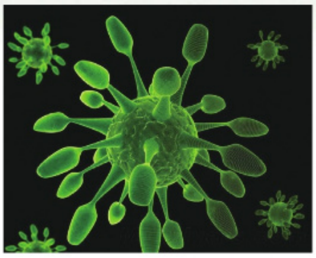


图11-42　流感病毒



图11-43　某些真菌感染引起手足癣

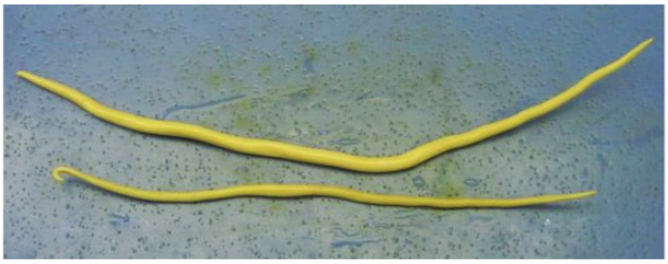


图11-44　蛔虫

11.7　生物多样性的保护

有史以来，人类一直享用着生物圈中的各种资源，特别是为我们提供衣食住行的生物资源。然而，目前地球上的生物资源正在被过度消耗和破坏，各种生物以及由它们组成的群落正在日益减少，保护生物多样性刻不容缓。

11.7.1　生物多样性

地球上的生物到底有多少种，现在谁也说不清。人类已经发现和命名的生物现存有两百多万种，如表 11-3 所示为部分生物的种数。自然界中动物、植物和微生物种类的丰富性，称为物种多样性。

表11–3 目前已知的脊椎动物和种子植物种数

类群	哺乳类	鸟类	爬行类	两栖类	鱼类	被子植物	裸子植物
已知种数	4340	8730	6300	4010	19056	260000	850–940

想一想

1. 在动物和植物中，除表 11–3 所列出的类群外，还有哪些类群？
2. 除动植物外，你还知道哪些生物类群？
3. 你估计是否还有很多种生物尚未被发现？

生物的性状是由基因控制的，所以不同种生物的基因存在较大差别，同种生物的个体在基因组成上也不尽相同。因此，自然界的基因是非常丰富的，这种现象称为基因的多样性。各种生物与无机环境构成了不同的生态系统。生态系统的类型和结构多种多样，称为生态系统的多样性。科学上把物种多样性、基因多样性和生态系统的多样性，合称为生物多样性（biodiversity）。

生物多样性维持着生物圈的生态平衡，是生物圈中物质循环和能量流动的重要保证。同时，生物多样性与工业、农业、林业、畜牧业、渔业、医药业以及文化、艺术、旅游等行业密切相关，为人类经济和社会发展提供了不可缺少的生物资源。

想一想

举例说明物种多样性、基因多样性和生态系统多样性与人类所利用的生物资源的关系。

11.7.2 生物多样性面临的威胁

生物多样性是地球生命经过几十亿年发展演化的结果，是人类宝贵的自然财富。然而，对人类的生存和发展具有十分重要作用的生物多样性，正面临着严重的威胁。

读图

仔细阅读图 11-45，就下列问题开展讨论。



过度砍伐导致全世界森林面积锐减



巴西胡椒在19世纪被引入美国的佛罗里达，因没有别的植物与之竞争，现在它们已经占据了280000英亩的土地。某种生物从外地自然传入或人为引种后处于野生状态，并对本地生态系统造成一定危害的现象，就称为生物入侵。



红毛猩猩就是平常说的猩猩，现在仅存于加里曼丹岛和苏门答腊岛的丛林里。它们是世界上繁殖最慢的哺乳动物之一，面临灭绝的危险。

图11-45　生物多样性正面临着严重的威胁

1. 森林面积锐减对生物 多样性有哪些影响?
2. 是什么原因造成红毛猩猩面临灭绝的危险?
3. 巴西胡椒引入佛罗里达后抢夺其他生物的生存空间，对其他生物和生态系统会产生什么影响?
4. 除以上因素外，你认为还有哪些因素可能造成生物多样性锐减?

森林的过度砍伐，由于偷猎及其他原因造成的物种绝灭，环境污染引发许多生物死亡，生物入侵对本地生态系统造成危害等，都是目前生物圈中生物多样性面临的主要威胁。

11.7.3 保护生物多样性

为了保护生物资源，各国政府都制定了一系列的法规，例如，禁止过度捕捞、设置禁渔期以保护渔业资源；严禁偷猎以保护野生动物资源等等。在保护生物资源的工作中，人们逐渐认识到：保护生物资源就是保护生物多样性，而保护生物多样性是全人类的事。因此，1992 年由联合国环境规划署发起，在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会上通过了《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity)，或称“里约宣言”，以遏制生物多样性衰减的趋势。目前，人类采取的措施主要有以下几方面。

一是就地保护，主要是建设国家公园(national park)或自然保护区(nature reserve)，对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物的栖息地、有特殊意义的自然遗迹等，依法划出一定面积予以特殊保护和管理。例如，美国黄石国家公园(图 11-46)、中国卧龙大熊猫自然保护区(图 11-47)、大汉山国家公园(图 11-48)、巴哥国家公园(图 11-49)等。



美国黄石国家公园以其丰富的野生动物种类和地热资源闻名。公园中有记录的哺乳动物、鸟类、鱼类和爬行动物有数百种之多，其中包括多种濒危或受威胁物种。

图11-46 美国黄石国家公园



卧龙自然保护区主要保护中国西南部的高山林区自然生态系统以及大熊猫等珍稀动物。

图11-47 中国卧龙大熊猫自然保护区



大汉山国家公园是我国最具代表性的国家公园。公园里的森林是世界上最古老的雨林之一，拥有多种动植物，其中久负盛名的动物有马来貘、亚洲象、马来虎、长臂猿、犀鸟等。

图11-48 大汉山国家公园



巴哥国家公园是砂拉越州最早设立的国家公园，拥有丰富多样的植物种类，同时也是仅加里曼丹岛才有的长鼻猴的栖息地。

图11-49 巴哥国家公园

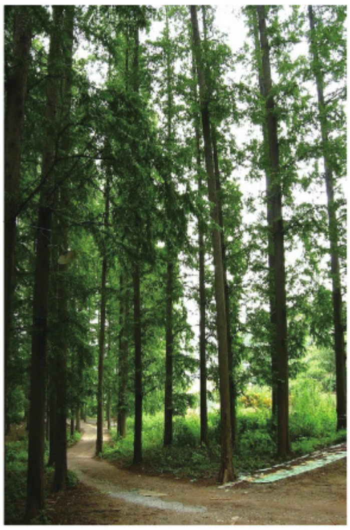
二是迁地保护。某些野生动植物因为栖息环境不复存在、种群数量极少或难以找到配偶等原因，物种生存和繁衍受到严重威胁。把这些野生动植物从它们原来的生境中转移到动物园、植物园和濒危动植物繁育中心等处，进行特殊的保护和繁殖管理，然后向已经灭绝的原有分布区实施“再引入”，以恢复野生种群，这样的举措称为迁地保护（图 11-50）。例如，20 世纪 80 年代美国加利福尼亚兀鹰濒临灭绝，在野外生存下来的仅有 9 只。美国渔业和野生动物保护局通过迁地保护，经过 20 多年的努力，已繁衍到 170 多只。



加州兀鹰翼展可达3 m，由于盗猎者的射杀等原因，其数量急剧减少。经过在动物园进行饲养和人工繁殖并放归自然，种群数量已慢慢恢复。



野生的马来貘分布在印度尼西亚、马来西亚、缅甸和泰国，目前已成为濒危物种，有绝灭的危险。因此，很多专家建议对它进行迁地保护，以便使这种奇特的动物得以繁衍生息。



水杉属的植物过去认为早已绝灭，1941年，中国植物学者首次发现这一古老孑遗树种。经过迁地保护，现在中国北京以南各地均有栽培。

图11-50　迁地保护是生物多样性保护的重要措施之一

对生物多样性的保护，国际上现在有许多机构开展科学研究；许多国家的政府制定了相关的法律和政策，并开展这方面的宣传和教育，使大家都关心并参加到生物多样性保护的工作中来。

想一想

你知道的世界上濒临灭绝的生物有哪些？我们能为保护生物多样性做些什么？

11.8 保护环境，实现可持续发展

茫茫宇宙中，地球是目前已知的唯一适合人类居住和生活的星球。人类的生存依赖于地球上的资源与环境。随着人口的不断增长和全球经济的发展，自然资源的消耗量在不断上升，人类生活的环境也在不断恶化。我们必须保护环境、保护各种自然资源，这样才能实现可持续发展。

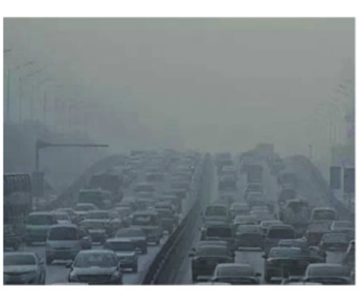
11.8.1 人类的生存环境正遭受破坏

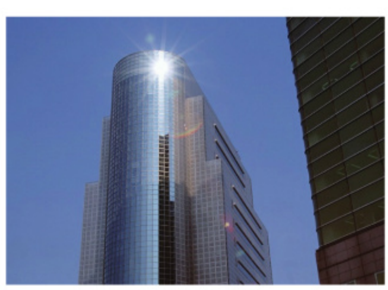
当前，我们面临的纷繁复杂的环境问题，大致可以分为两类。一类是生态破坏，这是由于人类对自然资源的不合理开发利用破坏了生态平衡引起的，例如水土流失、气候恶化、水资源短缺、土地沙漠化等。另一类是环境遭受污染，它是因工农业生产、交通运输和人类排放有害有毒物质等引起的。例如，在工业生产中未经处理而排放的废气、废水和固体废弃物对水体、大气和土壤造成污染；现代交通造成噪音污染；生活污水、化肥等使水体产生富营养化污染；还有因使用农药、合成纤维、塑料制品和放射性物质而造成的污染等（图 11-51）。


垃圾堆积成山


河流污染


工业废气污染


城市里的汽车尾气污染


城市里的光污染


高压电线导致的电磁污染

图11-51　环境污染

活动 7

请选择学校附近或社区中的某个场所，调查那里的环境污染现象。

1. 全班同学每 5—6 人为一组进行调查，组内人员做好分工，并确定组长。
2. 明确调查内容，如烟尘、噪音、水污染、塑料和垃圾废弃物污染等。
3. 拟定调查计划，选择适当的方法。例如观察、向有关人员询问等。
4. 做好调查记录，可以采用文字、摄影、视频、绘画等方法记录有关信息。
5. 将结果写成调查报告并提出治理污染的建议，在班级里交流。也可根据调查结果向有关部门提出改进建议。

人类在诞生的初期，对生物圈施加的影响是很小的。工业革命后，人类社会生产力空前发展，人口数量迅速增长。一些农药和化工产品、人口密集的城市和工矿区排出的废弃物等开始较大规模地污染环境。特别是近百年来，水体污染、大气污染、核污染、垃圾污染、酸雨等重大污染事件不断发生，臭氧空洞、温室效应正在扩大，资源短缺问题持续加剧。因此，保护环境已成为全人类共同的事业。1972 年，联合国在瑞典的斯德哥尔摩召开了人类环境会议，通过了《人类环境宣言》；并将每年 6 月 5 日定为“世界环境日”，以提高人们对环境问题的认识，增强环境保护的自觉性。

11.8.2　保护我们赖以生存的环境

环境问题这么严重，我们应该如何保护环境呢?

环境保护的具体措施很多，主要包括两个方面：一是环境污染的监测与防治，二是自然保护。

20 世纪世界各国都建立了环境监测机构。这些机构随时监测环境中污染物的情况，对环境质量做出评价；对工厂企业的废水、废气和固体废弃物（简称“三废”）排放情况和城市噪音污染情况等进行检测，以便制订防治对策；对各种事故，如石油溢出、化工厂泄漏、核泄漏等事故进行监测，以便采取应急措施；还有对污染物在环境中的变化、迁移情况进行监测，以确定各种污染物对人、生物多样性和环境的影响（图 11-52）。



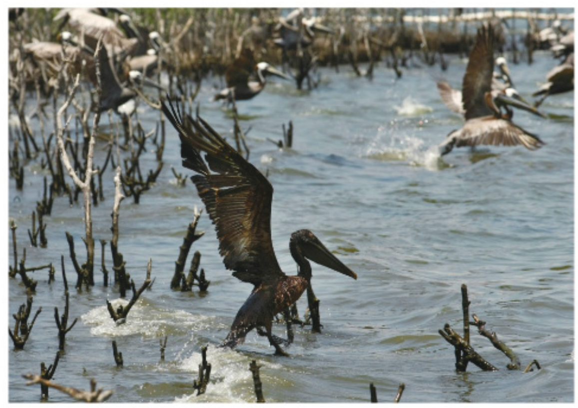
空气质量监测站



城市噪音监测点



2011年日本福岛核电站在大地震中受损发生核泄漏，有关部门一年后对污染情况进行监测。



对2010年美国墨西哥湾原油泄漏造成的生态灾难监测时所拍的照片。

图11-52　环境监测

环境污染的综合防治（integrated control of environment pollution）从对象上说，要综合考虑大气、水体、土壤等各种环境要素；从目标上说，要综合考虑资源、经济、生态和人类健康等方面。具体来说，对于各种不同的环境污染问题应采取多种不同的防治措施，进行综合防治。例如推广无污染能源；对工业“三废”实施综合利用；对污染源进行技术改造；对污水进行净化处理；对垃圾、人和动物的粪便及废弃医护用品等进行无害化处理；使用低毒无公害农药；减少碳排放；使用可降解塑料；等等。

自然保护（nature conservation）就是保护自然环境和自然资源。自然环境指与人类相互影响的各种自然因素，主要有空气、水、生物、土壤、岩石矿物、阳光等；自然资源是自然环境中人类可以利用的物质。自然环境和自然资源是人类赖以生存的基础，人类必须对它们进行保护和管理。目前，人类进行的自然保护主要包括水资源保护、土地资源保护和生物资源保护等方面。

想一想

我们能为环境保护做些什么?

11.8.3 实现可持续发展

近代工业革命后，人们普遍认为人类可以按照自己的意志去改造自然，导致技术被滥用。过度开发和对自然进行的改造，导致了生态破坏、环境污染，结果对人类自身的生存和发展也造成了严重影响。到了20世纪五六十年代，有人主张放弃对自然的利用和改造，认为人类只能“回归自然”。显然，这会导致人类文明的倒退。在对两方面的教训进行综合研究后，人们终于认识到：天人合一、追求人与自然的和谐共存是人类社会发展的唯一选择。1987年，世界环境与发展委员会出版报告《我们共同的未来》(Our Common Future)，提出了可持续发展的概念。报告指出，所谓可持续发展(sustainable development)，就是“既满足当代人的需求，又不危及未来一代需求的发展”。可持续发展的概念提出后，很快被大家所接受，成为各国政府的发展策略。

可持续发展策略使人类对人与自然关系的认识发生了带有根本意义的变化，它要求人类关注经济、社会、资源和环境保护四个方面的协调发展。具体说，就是在经济和社会发展的同时，必须保护好人类赖以生存的大气、淡水、海洋和土地，以及能源、矿产资源和生物多样性等自然资源和环境，使子孙后代能够永续发展和安居乐业。

实施可持续发展策略，需要现代科学技术作为支撑。生物多样性保护、环境污染的监测和防治、自然资源的合理开发与利用，都需要依靠科学技术的进步来解决。科学可以为制定可持续发展规划提供必要的理论支持、为解决人类可能面临的资源危机提供方案(图11-53)、为防治环境污染提供思路(图11-54)等。



太阳能汽车依靠太阳能驱动，目前被诸多国家所提倡，但其开发有赖于技术的进步。

图11-53　太阳能汽车



利用科学原理降解水中的污染物，它能使水体透明度大幅度提高，同时水质也能得到有效的改善。

图11-54　生态浮岛

让我们学好科学，为将来参与人类的可持续发展打好基础！

小档案

低碳生活

低碳生活 (low carbon living) 指生活、工作时要尽量减少所消耗的能量，从而减少二氧化碳的排放量、减少对大气的污染。“低碳”意指较低的温室气体（二氧化碳为主）排放，低碳生活可以理解为低能量、低消耗、低开支的生活方式。

低碳生活主要从节电、节气和回收三个环节来改变生活细节，在不降低生活质量的前提下，尽可能地节能减排，把消耗的能量降到最低，从而减少二氧化碳的排放，保护地球环境。如今，这股风潮逐渐在国际上兴起，正在潜移默化地改变着人们的生活。



随手关灯



使用节气炉灶



回收塑料制品

图11-55　低碳生活

本章提要

1. 生物圈是地球上全部生物及其生活领域的总称，它构成了人类在地球上生活的自然环境。
2. 地球上所有生物的生存都需要营养物质、阳光、空气和水，还需要适宜的温度和一定的生存空间。生物圈为生物提供了这些基本条件。
3. 能够为某种生物的生存、生长和繁殖提供特定条件的环境，称为它们的生境。动物的生境也就是它可能出现的空间范围，因此也把它叫做栖息地。
4. 在生物生存的基本条件中，阳光、空气、水、温度等，都是会对生物产生影响的非生物因素。
5. 生物因素指影响生物生活的其他生物，生物之间的关系包括同种生物之间的关系和不同种生物之间的关系。同种生物之间的关系有种内互助和种内斗争；不同种生物之间，最常见的是捕食、竞争和共生关系。
6. 生物不只是接受环境中非生物因素和生物因素的影响，它们也会对环境产生影响。生物与环境的相互作用造就了今天的生物圈。
7. 在一定地域内由生物和它们生活的无机环境构成的统一整体，科学上称之为生态系统。生物圈是地球上所有生态系统的总和，是最大的生态系统。
8. 生活在一定区域内的同种生物个体的总和，称为种群。
9. 生活在同一生活环境中的所有生物种群的总和称为生物群落，简称群落。一个生态系统中所有的生物就构成了一个群落。
10. 每个生态系统，都必须要有供生物生活的无机环境，包括阳光、空气、适宜的温度和水等。此外，还有在这个地域生活的生物。
11. 一个长期存在的生态系统，其中的生物必定有制造有机物的生产者、有机物的消费者和有机物的分解者。植物是生态系统中的生产者；动物从生产者那里获得有机物，因而被称为消费者；细菌、真菌、一些原生动物及腐食性动物（如蚯蚓等），它们从动植物的遗体和遗物里面获取有机物，同时把这些有机物分解为二氧化碳及其他简单的无机物，使之回归土壤和空气，供植物重新利用。因此，它们被称为生态系统中的分解者。
12. 不同生物之间由于食物关系而形成的链条式联系，叫做食物链。生态系统中的食物链往往相互交错，形成复杂的网状结构。我们把生物之间由于食物关系形成的网状联系称为食物网。食物链和食物网中的箭头，表示的就是有机物和能量在不同生物间的流动方向。
13. 地球上包括人类在内的所有生物，其生命活动所需的能量，最终都来自太阳光能。绿色植物把太阳光能转换为化学能，供其他生物利用。因而

生物圈中食物链的起点，都是绿色植物。

14. 生态系统中的有机物和能量，就是通过食物链和食物网在生物之间转移和传递的。因此，食物链和食物网是生态系统营养结构的基础。
15. 在生态系统中，能量是单向流动的。生物圈中的物质流动则是循环不息的，物质循环带有全球性。
16. 如果一个生态系统的组成保持稳定，那么其中的能量流动和物质循环也能保持稳定，我们就说这个生态系统处于生态平衡状态。
17. 生态系统对于自身生态平衡的稳定，具有一定的自动调节能力。一般来说，生态系统的组成成分越复杂、生物种类越多，它的自动调节能力就越强、稳定性就越高。相反，生态系统的成分越简单、生物种类越少，它的自动调节能力就越弱，稳定性也就越低。
18. 任何一个生态系统，它的自动调节能力都有一定的限度。如果外界的干扰超过了这个限度，那么它的能量流动和物质循环就不能正常进行，生态系统的平衡就会被破坏。
19. 人类是构成各种食物链和食物网的重要环节，人类的生产和生活会对生物圈食物网产生重大影响。
20. 人类的生活环境中存在着许多能够致病的微生物，如致病的细菌、真菌、病毒、寄生虫等，它们被称为病原体。
21. 物种多样性、基因多样性和生态系统的多样性，合称为生物多样性。
22. 森林的过度砍伐，由于偷猎及其他原因造成的物种绝灭，环境污染引发许多生物死亡，生物入侵对本地生态系统造成危害等等，都是目前生物圈中生物多样性面临的主要威胁。
23. 目前人类为保护生物多样性，采取的措施主要有以下两个方面：一是就地保护，主要是建设国家公园或自然保护区；二是迁地保护。
24. 当前我们面临的环境问题大致可以分为两类：一类是由于人类对自然资源的不合理开发利用，使生态平衡被破坏而引起的，例如水土流失、气候恶化、水资源短缺、土地沙漠化等等；另一类是环境遭受污染，它是因工农业生产、交通运输和人类排放有害有毒物质等引起的。
25. 环境保护的具体措施很多，主要包括两个方面：一是环境污染的监测与防治；二是自然保护，就是对自然环境和和自然资源的保护。
26. 所谓可持续发展，就是“既满足当代人的需求，又不危及未来一代需求的发展”。 可持续发展策略使人类对人与自然关系的认识发生了带有根本意义的变化，它要求人类关注经济、社会、资源和环境保护四个方面的协调发展。
27. 实施可持续发展策略，需要现代科学技术作为支撑。

练 习 题

一．选择题

1．生物圈中的地球圈层有（　　）。

A．大气圈　　B．水圈　　C．岩石圈　　D．以上三项都是

2．某种生物的生境指能够为这种生物提供（　　）的环境。

A．营养物质和阳光　　B．生存、生长和繁殖所需的条件

C．空气和水分　　D．适宜的温度和生存空间

3．下列选项中，属于同种生物之间关系的是（　　）。

A．捕食　　B．植物为获取阳光而竞争

C．共生　　D．动物为争夺配偶争斗

4．现在的生物圈是（　　）的结果。

A．生物演化　　B．生物与环境相互作用

C．遗传和变异　　D．非生物因素影响生物

5．下列属于一个种群的是（　　）。

A．一个池塘中所有的鱼

B．生长在一片树林里的所有树木

C．家里养的一条宠物狗

D．一块水稻田里的牛蛙及其蝌蚪

6．下列关于生态系统组成的描述，正确的是（　　）。

A．无机环境和生物群落　　B．非生物因素和生物因素

C．生产者、消费者和分解者　　D．生产者、消费者和分解者相互依存

7．一个食物网中的食物链数目（　　）。

A．不确定　　B．小的食物网 2—3 条

C．不超过 6 条　　D．大的食物网 5—6 条

8．下列不属于生态系统能量流动特点的是（　　）。

A．沿食物链逐级递减　　B．在食物链中单向流动

C．在食物网中循环利用　　D．遵循能量转化与守恒定律

9．下列不属于生态平衡特点的是（　　）。

A．食肉动物不捕食食草动物

B．生态系统的组成保持稳定

C．生态系统中的能量流动保持稳定

D．生态系统中的物质循环保持稳定

10．在生物圈的食物网中，一般情况下人类的位置（　　）。

A．总是处于不同食物链的交叉点

B．不与自然界的食物网发生联系

C．总是处于食物链的最后环节

D．可以处于食物链的不同环节

11．下列生物不属于人类传染病病原体的是（　　）。

A．剧毒的毒蕈　　B．结核杆菌

C．流感病毒　　D．痢疾杆菌

12．生物多样性是指（　　）。

A．物种多样性　　B．基因多样性

C．生态系统多样性　　D．以上三项都是

13．下列属于环境污染的是（　　）。

A．气候恶化　　B．水资源短缺

C．交通噪音　　D．土地沙漠化

14．目前人类对环境污染采取多种防治措施，其中不包括（　　）。

A．自来水厂生产自来水

B．对工业“三废”实施综合利用

C．推广无污染能源

D．使用低毒无公害农药

15．实行可持续发展策略，就要（　　）。

A．经济、社会、资源和环境保护四个方面协调发展

B．发展经济，使人人有工作，生活幸福

C．发展医疗卫生事业，使人人身体健康

D．发展教育，使青少年人人有书读

二、简答题

1．根据自己对月球的了解，说说你认为月球上为什么没有生命。

2．请举例说明环境中对生物产生影响的因素。

3．请举一例说明在群落里不同种生物之间存在的捕食、共生、竞争等关系。

4．食物链有长有短，但为什么总是从绿色植物开始？

5.科学研究发现，自然界中的食物链一般不会超过6个环节，请分析其原因。

6. 有人得了传染病，应当如何处理？

7. 目前生物圈中生物多样性面临的威胁有哪些？请举其中的一个例子。

8. 人类面临的环境问题可分为哪几类？请各举一个例子。

探究花生果实大小变异的原因

一、目的要求

1. 观察花生果实大小的变异。
2. 学会运用数学统计方法来研究生物变异问题。

二、材料用具：

大小花生各 30 粒，一把直尺，两个直角三角板。




图1 大小花生果实

三、方法步骤

1. 提出问题：花生果实大小不同的原因是什么？
2. 作出假设：
   （1）花生果实大小的不同是由于 ______________ 不同。
   （2）花生果实大小的不同是由于 ______________ 条件不同。
3. 制订计划并实施
   （1）编组：每 4—5 个人为一组。
   （2）随机取样，大小两个品种的花生样品各不少于 30 粒。
   （3）用直尺和两个直角三角板测量每粒花生果实长轴的长短，单位以

毫米计。测量结果四舍五入，例如 18.5 mm 可记作 19 mm。

（4）小组里可安排两人测量 30 粒大花生，两人测量 30 粒小花生。测量完成后，求取各花生品种果实长度的平均值。

（5）用坐标纸绘制曲线图，水平轴表示果实的长度，纵轴表示样品的个数。依据水平轴和纵轴两数的相交点，连成曲线（大小品种的两条曲线分别用两种形式表示）。测量的结果也可以用直方图表示。

4. 分析数据

（1）通过比较全班各组的平均值可以看出，小花生的平均长度小于大花生的平均长度。这是什么原因呢？________________________。

（2）为什么同一个品种的花生果实有大有小，这种变异是什么原因造成的？ ______________________________________。

5. 得出结论：花生果实大小的不同是由 ____________ 和 ____________ 决定的。

6. 找出两个品种花生果实各自的长度分布范围。说明环境影响所引起的变异程度是有限度的，所以小花生或大花生的果实大小总在一定范围内波动。

7. 讨论：

（1）把大花生的种子种在贫瘠的土壤中，把小花生种到肥沃的土壤中，它们结出的果实会怎样？说明做出推测的根据。

（2）从大花生中选择一粒饱满粒大的种子种下去，收获的种子一定饱满粒大吗？为什么？

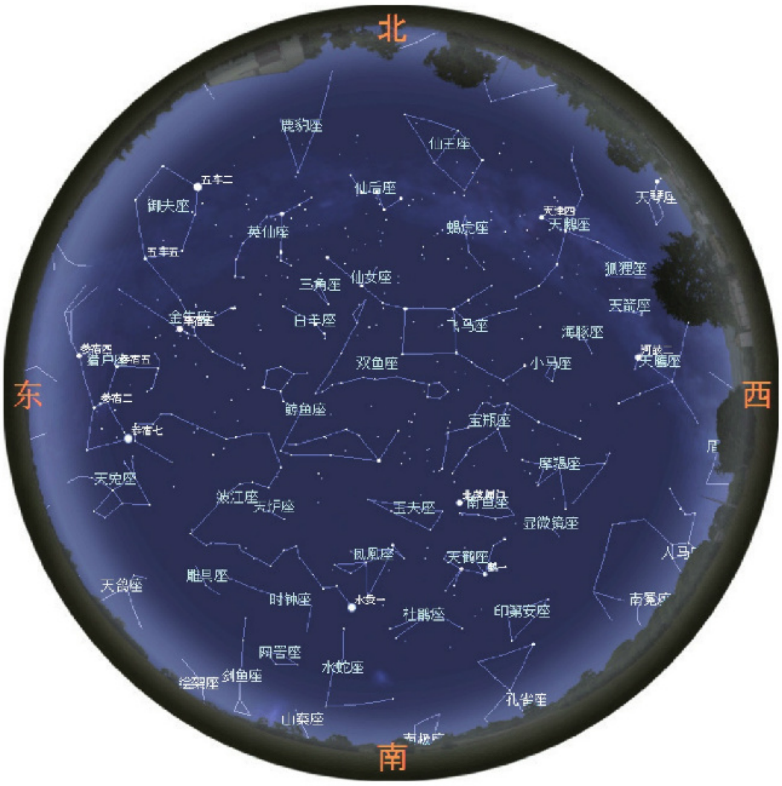
寻找天上的亮星

一、目标要求

1. 认识天空中的五颗亮星。
2. 认识这些亮星所在的星座。

二、观测提示

1. 在天文台网页上先查找当月的星图，注意所要查找的星图是赤道的星空（这一点是非常重要的，因为北半球或南半球的星空和赤道的星空是不一样的）。截图或打印星图。也可以利用星空软件如 Stellarium 软件（可在 stellarium.org 网站下载），在软件上设定好观测时间和地点，获得即时的星图（如下图）。选择自己想观测的亮星。



吉隆坡12月1日，晚上9点的星空

2. 选择一个晴朗的夜晚，找一个视野开阔并远离光害的地方。
3. 把打印好的星空图高举并朝下，调整好星图方位（与地面东、南、西、北方向一致）。
4. 根据星座中亮星的图形特征和星图中的位置寻找星座。
5. 根据星座中亮星的位置、星等、和其他亮星的关系等确定亮星。

注意：按月发布的星图上标有时间（0—24 时）。由于地球的自转，星空每小时约转动 15°。在观测时，请把与观测时刻一致的那条经线的天顶作为你的天顶所在位置。

粗测家用电冰箱每天消耗的电能



电能表的盘面上，标有“××××r/kWh”(如3000 r/kWh)，这表示每消耗 1 kWh 的电能，电能表的转盘(转盘的边缘上有个红色标记)转 ×××× 转(如3000 转)。利用盘面上的这个数值，我们可以测定家用电冰箱的电功率。

1. 观察你家电能表的盘面，记下电能表每千瓦时的转数。
2. 关掉家中其他电器，只让电冰箱工作。用秒表(智能手机上通常也有秒表功能)或手表的秒针记下电能表转盘转过 30 转所用的时间 t_0（s）。
3. 计算这段时间内电冰箱消耗的电能 W_0（kWh）。
4. 观察电冰箱的工作情况，记下电冰箱某次开始工作的时刻 t_1 和停机的时刻 t_2，再记下接着下一次开始工作的时刻 t_3。
5. 用公式 $\eta=\dfrac{t_2-t_1}{t_3-t_1}$ 计算电冰箱的工作时间系数。
6. 用公式 $t=24\eta$（h）计算电冰箱一天中工作的时间。
7. 用公式 $W=\dfrac{24\times3600\eta}{t_0}\times W_0$ 计算电冰箱在一天中消耗的电能。

注意：进行本实验前 1 h 内不要打开电冰箱，电冰箱内的冷冻食品也不要搬出。

拟定保护当地环境的计划

一、学习目标

1. 组织学生调查自己所居住地方的环境状况，通过亲自调查了解自己身边的环境，增强学生的实践能力和环保意识。
2. 组织学生将调查的结果在班级里交流，全面地认识自己生活的环境所存在的问题，及时提出自己的意见和建议，拟定出保护当地环境的计划，为当地环境保护出谋划策。
3. 认同作为地球的公民在保护环境方面应尽的责任，增强社会责任感和使命感。

二、材料用具

笔记本、笔、照相机和录音笔等。

三、方法步骤

1. 编组：6—8 人为一组，调查校园周围或家庭所在社区的环境状况，做好详细记录。可以进行实地调查，或向当地环境保护部门咨询，也可以通过报纸、电视台、互联网和图书馆等收集资料。
2. 每组选择一个当地存在的问题（如森林面积减少、水土流失、大气污染或水污染等），详细写出具体的事例和近年来环保部门或环保组织采取的措施（最好包括有关数据）。
3. 去当地的环保部门或污水处理厂、垃圾处理厂、空气检测站、环境研究所等部门咨询，进一步收集和学习有关环境保护方面的科学知识，以加深对实地调查结果的理解、进行评价并写出调查报告。
4. 结合当地近年来人口的数量变化、资源开发利用情况和经济发展状况，分析在环境方面出现问题的原因，提出有关部门和居民在保护环境方面的工作建议，并就某一个方面写出保护当地环境的计划（力求抓住

关键问题，所提建议应该切实可行）。

5. 每个小组推选两名代表，分别向全班同学汇报本组的调查报告和保护当地环境的计划。讨论评价全班哪些调查报告反映的问题最准确、哪些行动计划切实可行。
6. 经全班讨论，决定是否将全班汇总后的报告和计划向当地有关部门汇报。
7. 发动大家维护周边环境，监督破坏环境的行为。请求相关部门对破坏环境的行为进行处罚，对保护环境的行为进行表彰。

四、注意事项

实地调查时要注意安全，调查时全组同学要集体行动，做到分工明确、团结合作。